GRAĐEVINAR

10 ČASOPIS SAVEZA GRAĐEVNIH INŽENJERA I TEHNIČARA SR HRVATSKE
GODINA XVIII LISTOPAD 1966

HOTEL »AMBASADOR« U OPATIJI
RADOVE IZVELO GRAĐEVNO PODUZEĆE »JADRAN« IZ RIJEKE

9587

»GRAĐEVINAR«

GOD. XVIII BROJ 10

SADRŽAJ

SURADNICI!
OLAKŠAJTE RAD REDAKCIJSKOM ODBORU I UREDNIKU

Ako želite da Vaš članak bude što prije objavljen, držite se uputa:

DVA PRIMJERKA tipkana na stroju potpuno spremna za štampu neohodno su potrebna;
tipkanje PROREDOM sa slobodnim RUBOM 5 cm ŠIRINE s lijeve strane omogućuje unošenje potrebnih korektura na jasan i pregledan način;
CRTEŽI IZRAĐENI TUŠEM jedino mogu da se upotrebe za izradu klišeja; slova i brojke na crtežima moraju biti tako veliki, da nakon smanjenja na format lista (8 odn. 16,5 cm širine) budu najmanje 1 mm visoki; svi naknadni ispravci crteža idu na račun autora;
fotografije kontrastne na sjajnom papiru daju dobre klišeje;
popis crteža i slika s rednom numeracijom olakšava orijentaciju, pa se izbjegava zametanje; sve slike priložiti odvojeno od teksta;
jasno i koncizno izražavanje u duhu jezika olakšava čitanje i povećava razumljivost, a štedi i na skupocjenom prostoru u listu.

Svi se objavljeni radovi honoriraju po tarifi, originalne slike se računaju kao tekst.

Molimo autore da prilikom slanja rukopisa naznače potpunu adresu, broj žiro računa i nadležnu općinu.

RUKOPISI SE NE VRAČAJU, zadržite za sebe kopiju!

Časopis izdaje: Savez građevnih inženjera i tehničara SRH, Zagreb, Berislavićeva ul. 6.

Glavni urednik: Prof. dr ing. Ervin Nonveiller

Tehnički urednik: Ante Nejašmić

Tek. rač. kod SDK 3071-8-331

Tisak štamparije »Vjesnik« Zagreb

»GRAĐEVINAR«

18-Й ГОД ИЗДАНИЯ 10 — 1966.

СОДЕРЖАНИЕ

»GRAĐEVINAR«

VOL. 18 10 — 1966.

Journal of the Society of Civil Engineer of the S. R. Croatia

CONTENTS

GRAĐEVINAR

God. XVIII · Listopad 1966 · Broj 10

ODNOS IZMEĐU STEPENA ZBIJENOSTI I MODULA STIŠLJIVOSTI KOHEZIVNIH MATERIJALA ZA IZRADU PUTEVA

Ing. Zdravko Joksić, Beograd

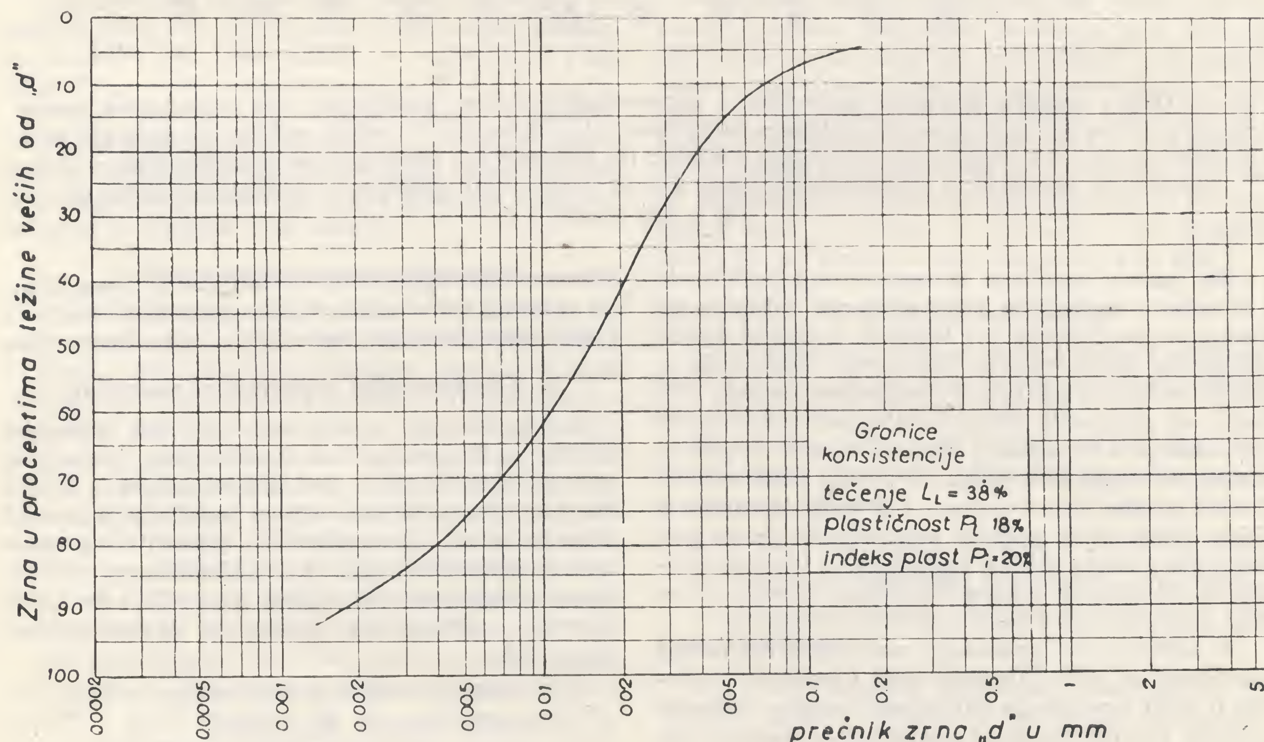
Uvod

Pri određivanju postignute zbijenosti materijala ugrađenih u donji stroj ili pojedine slojeve kolovozne konstrukcije, koriste se u našoj zemlji, kao i u čitavom svetu, uglavnom sledeće metode:

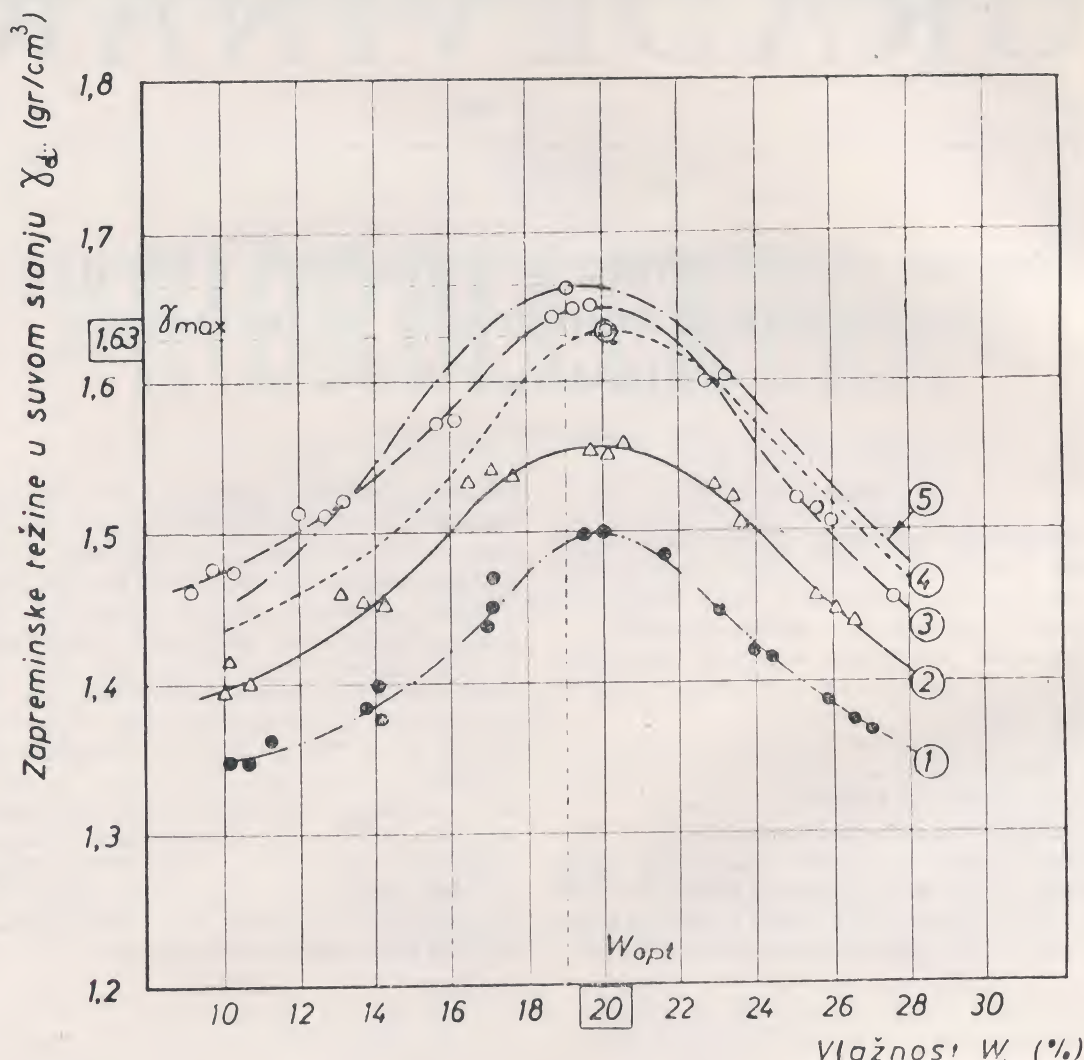
— Kontrola postignute zbijenosti materijala pomoću metode zbijanja po standardnom laboratorijskom Proktorovom postupku;

— Kontrola ostvarene zbijenosti, odnosno nosivosti izrađenih slojeva pomoću opita s pločom, prema švajcarskoj ili nemačkoj metodi [1].

Upoređujući tehničke uslove za izradu puteva iste kategorije koji se koriste u pojedinim našim republikama, stiče se utisak da se pored različitih metoda primenjuju u našoj zemlji i različiti kriteriji koji uvek ne obezbeđuju potreban kvalitet, a da ne govorimo o kriterijima koji su često vrlo neujednačeni, kao što je na primer slučaj kod propisa u Hrvatskoj [2] ili propisa koje koristi građevinska služba JNA pri izradi puteva. Prema navedenim propisima, zahteva se kontrola zbijenosti nasipa izrađenih od kohezivnih sitnozrnčanih materijala pomoću opita pločom, uz uslov da minimalna vrednost modula stišljivosti M_E određena po švajcarskoj metodi SNV 40317 ne sme biti manja od $M_E = 150$ kg/cm², kao i da odnos zbijenosti izrađenih slojeva mora biti $\gamma_d/\gamma_{max} \geqq 100\%$ (misli se na zbijenost po standardnom Proktorovom postupku). U Sloveniji se istovremeno zahteva stepen zbijenosti nasipa $\gamma_d/\gamma_{max} = 92$—$97\%$, odnosno modul deformacije pri drugom opterećenju $E_{v2} = 200$ do 300 kg/cm² za nasipe, i $E_{v2} = 450$ kg/cm² za posteljicu kolovozne konstrukcije [3].



Sl. 1: Granulometrijski sastav ispitivanog materijala



Sl. 2: Odnos između vlažnosti materijala i zapreminskih težina postignutih pri određenom broju prelaza valjka od 18 t s glatkim čeličnim točkovima: (1) Zbijanje s 4 prelaza valjka; (2) zbijanje sa 7 prelaza valjka; (3) zbijanje sa 10 prelaza valjaka; (4) zbijanje po standardnom laboratorijskom Proktorovom postupku s energijom zbijanja E = 60 tm/m³; (5) zbijanje s energijom zbijanja E = 120 tm/m³.

Na osnovu rezultata komparativnih ispitivanja i iskustava stečenih u toku građenja autoputa od Beograda do Skoplja, pri kontroli kvaliteta izrade nasipa od sitnozrnčanih kohezivnih materijala u Srbiji se koristi isključivo Proktorova metoda zbijanja, uz zahtev da stepeni zbijenosti, u zavisnosti od položaja kotrolisanog sloja u nasipu i njegove visine, ne smiju biti manji od γ_d/γ_{max} = 95—100%. Većina nasipa na putevima I i II reda, izrađenih u Srbiji posle 1959. godine, kontrolisana je uz primenu navedenog uslova, budući da su i brojna ispitivanja stabilnosti nasipa, obavljena u svetu i kod nas, dokazala ispravnost ovakvih zahteva.

U Institutu za ispitivanje materijala SR Srbije obavljena su neka laboratorijska i terenska merenja u cilju iznalaženja zavisnosti između vrednosti modula stišljivosti M_E i postignutog stepena zbijenosti γ_d/γ_{max}, kao i činilaca koji su od bitnog uticaja na međusobne odnose spomenutih veličina kod sitnozrnčanih kohezivnih materijala. U ovom članku prikazat ćemo neke od interesantnijih rezultata i zaključke do kojih smo došli u toku ispitivanja.

1. Karakteristike ispitivanog materijala

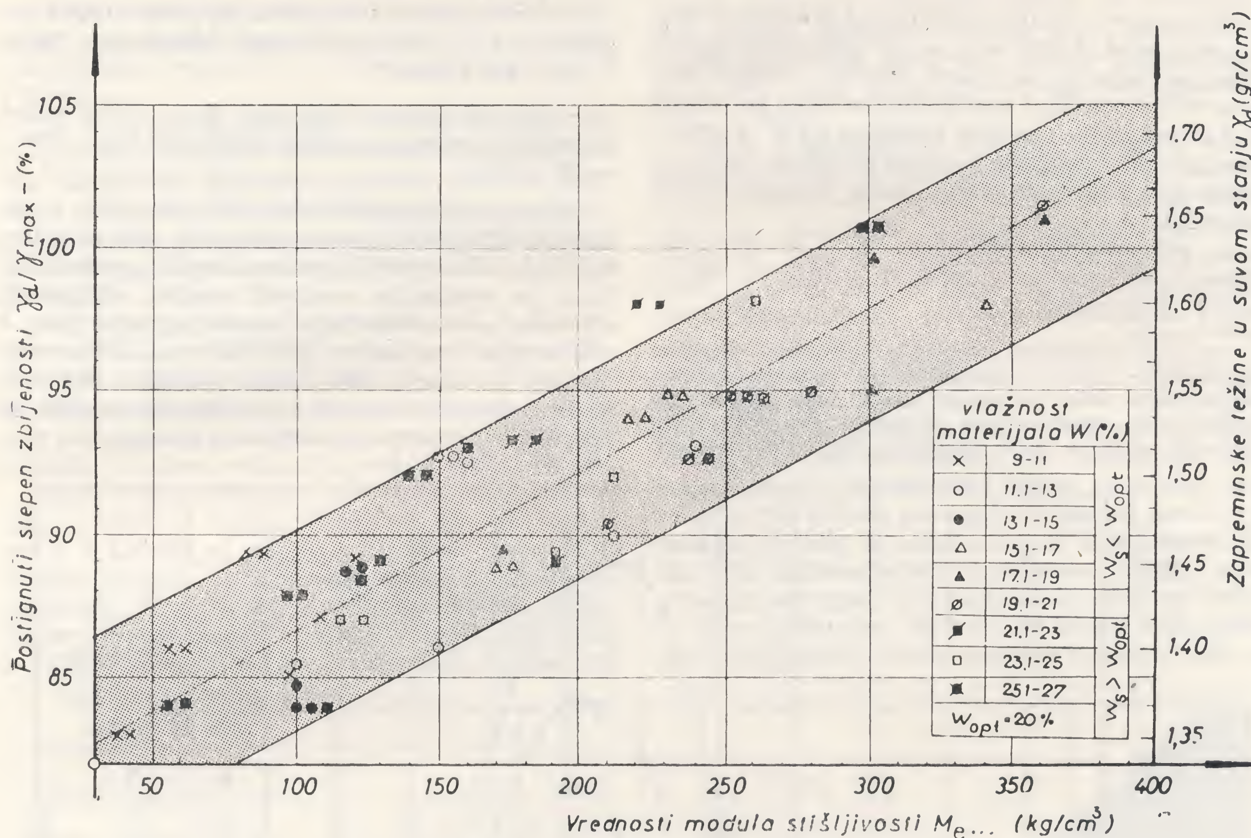
Za ispitivanje je odabran zemljani materijal koji se može smatrati karakterističnim, budući da je vrlo često korišćen kod izrade puteva u Srbiji. Po granulometrijskom sastavu ispitivani materijal pripada grupi finopeskovitih glinovitih prašina srednje plastičnosti (sl. 1). Po klasifikaciji AC (A. Casagrande) materijal pripada grupi CI, a po klasifikaciji A (Američka uprava za javne puteve) grupi A-6.

Aterbergove granice konsistencije:

— granica tečenja W_L = 38%

— granica plastičnosti W_P = 18%

— indeks plastičnosti I_P = 20.



Sl. 3: Zavisnost veličine modula stišljivosti M_E odpostignutog stepena zbijenosti (γ_d/γ_{max}) i vlažnosti materijala.

Maksimalna zapreminska težina, određena po standardnom laboratorijskom Proktorovom postupku iznosi $\gamma_{max} = 1.63$ gr/cm³ pri optimalnoj vlažnosti $W_{opt} = 20\%$ (linija 4 na sl. 2).

Pored standardnog laboratorijskog Proktorovog opita s energijom zbijanja E = 60 tm/m³, obavljen je i Proktorov opit sa dva puta većom energijom zbijanja (E = 120 tm/m³), a dobiveni dijagram označen je linijom 5 na slici 2.

2. Primenjene metode ispitivanja

2.1. Određivanje zapreminskih težina materijala, ugrađenog u ispitivani sloj s različitim vlažnostima, obavljeno je vađenjem neporemećenih uzoraka pomoću cilindra prečnika 10 cm (zapremina 650 cm³). Sušenje materijala do konstantne težine bilo je u sušnici na temperaturi do 105° C. Mesta s kojih su uzimani uzorci za određivanje zapreminskih težina i vlažnosti nalazila su se ispod same ploče. Radi upoređenja rezultata uzimani su uzorci i na udaljenju 0,50—0,60 m od mesta na kojem je obavljan opit pločom, ali nisu zapažene veće razlike koje bi trebalo uvoditi posebno u račun.

2.2. Utvrđivanje nosivosti izrađenog sloja odnosno kvaliteta njegove izrade bilo je pomoću opita nosivosti sloja debljine 20 cm, pločom prečnika 16 cm. Materijal u sloju ispod ispitivanog zbijen je do $\gamma_d = 100\% \ \gamma_{max}$ (po standardnom Proktorovom postupku).

Vrednosti modula stišljivosti M_E sračunate su prema poznatoj jednadžbi iz švajcarskih propisa (SNV-40317), za sleganja zabilježena pri prvom opterećenju (bez prethodnih opterećenja-rasterećenja) i to za interval opterećenja $\triangle p = 0{,}5$—1,5 kg/cm². Opterećenje je nanošeno od 0,5—3,5 kg/cm², uz povećanje u stupnjevima od 0,5 kg/cm², i to tek po prethodnom postizanju konsolidacije, tj. od momenta kada je razlika u očitavanju dva sleganja za vreme od 3 minute bila manja od 0,05 mm.

3. Rezultati ispitivanja

U dosadašnjoj primeni opita s pločom zapaženo je da postoji više činilaca koji su od bitnog uticaja na veličinu modula stišljivosti M_E.

Da bi se utvrdio udio svakog od njih na veličinu modula stišljivosti, izdvojili smo i posmatrali uticaj ovih faktora:

a) stepena zbijenosti — gustine izrađenog sloja;

b) vlažnosti materijala u momentu ispitivanja;

c) granulometrijskog sastava materijala i njegove plastišnosti.

3.1. Uticaj stepena zbijenosti materijala S_D na veličinu modula stišljivosti M_E. Kako je poznata činjenica da je nosivost materijala funkcija stepena njegove zbijenosti želeli smo utvrditi prirodu te zavisnosti.

Na osnovu rezultata ispitivanja sređenih i prikazanih na sl. 3 dobivena je kao generalna aproksimacija linearna zavisnost između veličine modula stišljivosti M_E i postignutog stepena zbijenosti S_D.* Pored linije srednjih vrednosti na sl. 3 prikazano je i šire područje u kome se nalaze rezultati dobiveni u toku ispitivanja. Odatle se mogu izvesti zaključci:

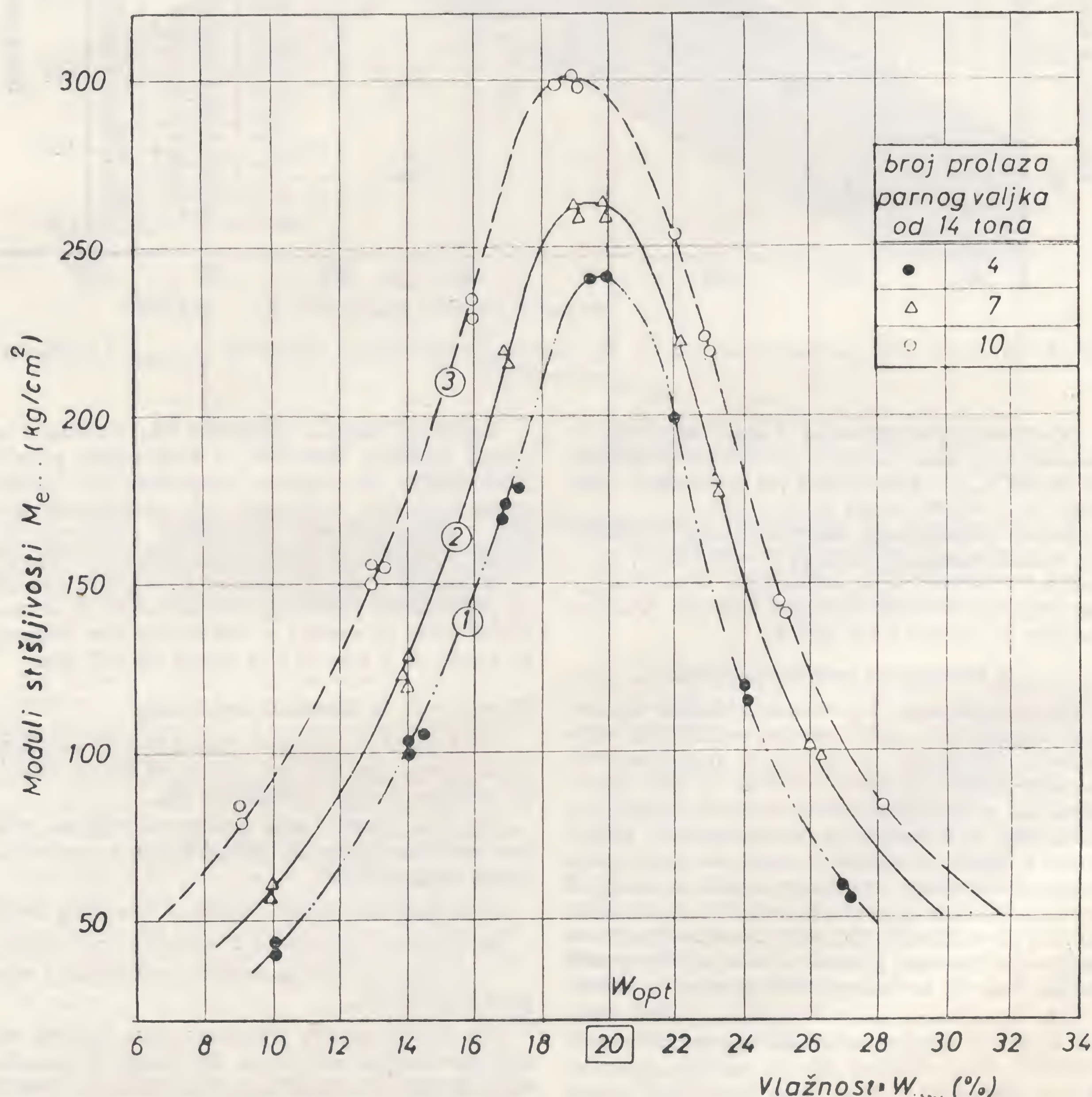
— pri stepenima zbijenosti $S_D = 90—95\%$ postignute su vrednosti modula stišljivosti $M_E = 150—300$ kg/cm²;

— pri stepenima zbijenosti $S_D = 95—100\%$ postignute su vrednosti modula stišljivosti $M_E = 300—400$ kg/cm²;

— pri stepenima zbijenosti $S_D > 100\%$ mogu se postići vrednosti modula stišljivosti $M_E = 350—400$ kg/cm².

Kako se kod izrade nasipa na putevima, u zavisnosti od njihove visine, zahtevaju stepeni zbijenosti $S_D = 95—100\%$, iz prikazanog dijagrama proizlazi da minimalne vrednosti modula stišljivosti, određene na svakom sloju ugrađenog materijala, s vlažnostima manjim ili približno jednakim optimalnoj, ne smeju biti manje od $M_E = 300—400$ kg/cm², dok se materijali sa vlažnostima većim od optimalne ne smiju ugrađivati u nasipe.

* Stepen zbijenosti materijala definisan odnosom zapreminske težine u suhom stanju γ_d i maksimalne zapreminske težine u suhom stanju γ_{max} određen po standardnom Proktorovom postupku pri optimalnoj vlažnosti, označen je u daljnjem tekstu oznakom S_D.



Sl. 4: Zavisnost veličine modula stišljivosti M_E od vlažnosti ugrađenog materijala za vreme ispitivanja.

Kod materijala veće plastičnosti (prašinaste gline i visokoplastične gline nepovoljnijeg granulometrijskog sastava) ovi zahtevi moraju biti još i stroži.

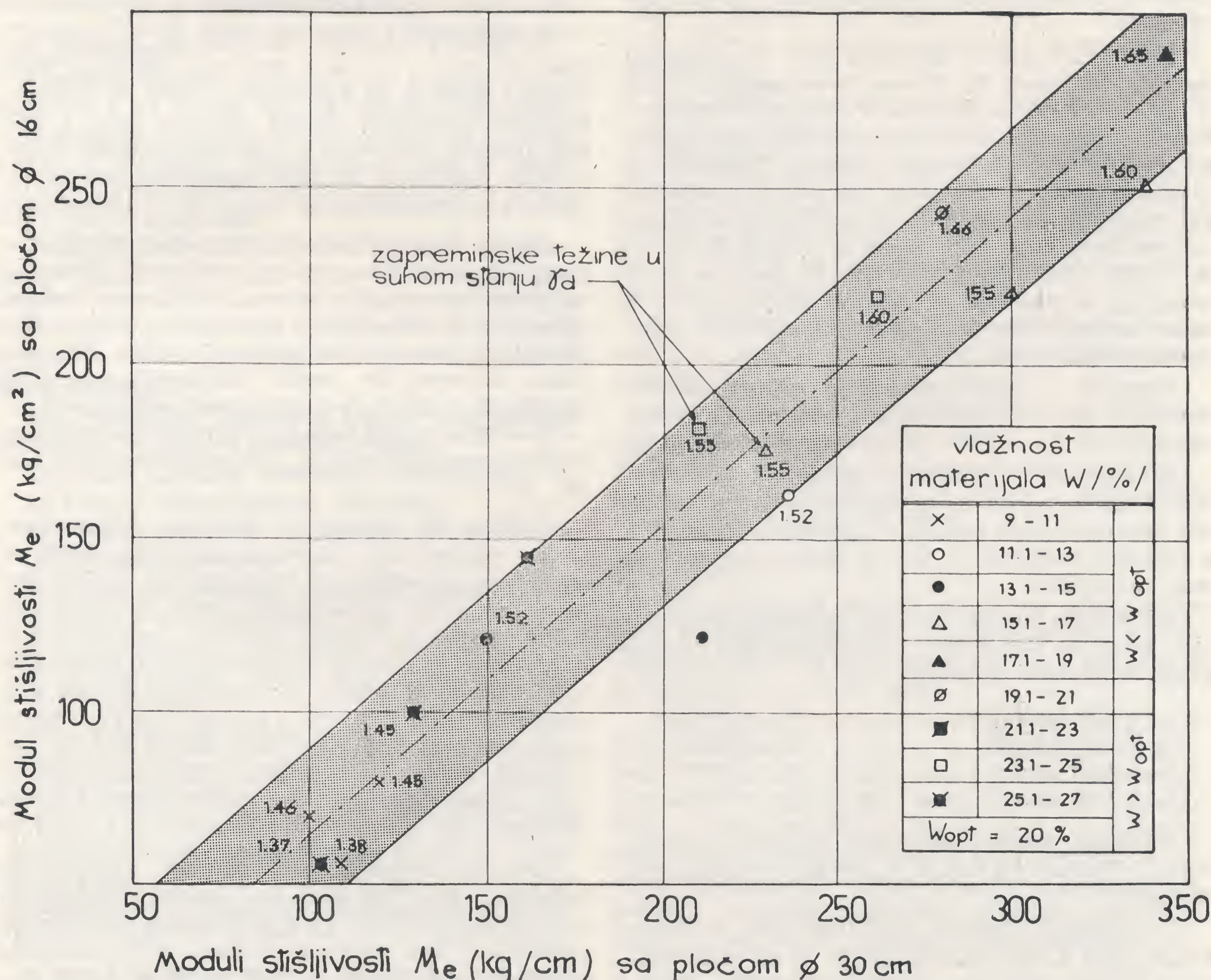
Na sl. 3 vidi se delimično i uticaj vlažnosti materijala na međusobni odnos karakteristika nosivosti i zbijenosti. Najmanje vrednosti stepena zbijenosti i modula stišljivosti postignute su pri vlažnostima koje su ili mnogo manje ili mnogo veće od optimalne vlažnosti po standardnom Proktorovom postupku.

3.2. Uticaj vlažnosti materijala pri ispitivanju na vrednosti modula stišljivosti M_E i stepena zbijenosti S_D. Vlažnost materijala pri ugrađivanju od presudnog je značenja kako za postizanje određenog stepena zbijenosti tako i za samu nosivost materijala, izraženu veličinom modula stišljivosti M_E.

3.2.1. Uticaj vlažnosti materijala pri ugrađivanju na veličinu modula stišljivosti M_E prikazan je na sl. 4. Odatle se vidi da s porastom vlažnosti do izvesne granice, koja je nešto manja od optimalne vlažnosti (W_{opt}), rastu i vrednosti modula stišljivosti. S povećanjem vlažnosti iznad optimalne, vrednosti modula stišljivosti opadaju znatno brže negoli u slučaju vlažnosti manjih od optimalne. S priloženih dijagrama vidi se da se maksimalne vrednosti modula stišljivosti postižu pri vlažnosti W = 19%, koja je za 1% manja od optimalne (W_{opt} = 20%).

Na sl. 4 nacrtane su tri linije kojima se želelo prikazati uticaj zbijenosti materijala na veličinu modula stišljivosti, budući da je ispitivanje obavljano na materijalu zbijenom pomoću različitih energija. Tako su vrednosti za liniju (1) dobivene na sloju koji je zbijen s 4 prolaza parnog valjka (glatki čelični točkovi); linija (2) sa 7 prolaza, a linija (3) sa 10 prolaza istog valjka.

3.2.2. Uticaj vlažnosti materijala pri ugrađivanju na postignutu zbijenost, izraženu preko zapreminskih težina u suhom stanju, prikazan je na sl 2, s koje se vidi da povećanjem vlažnosti do optimalne, rastu i zapreminske težine ispitivanih materijala. Pri daljem povećanju vlažnosti (preko optimalne) postižu se znatno manje zapreminske težine, što nedvosmisleno ukazuje na potrebu ugrađivanja materijala pri vlažnostima koje se nalaze u blizini optimalne, imajući pri tom u vidu postignute zbijenosti, efekat zbijanja i cijenu rada na



Sl. 5: Odnos veličina modula stišljivosti M_E dobivenih s pločama različitog prečnika

zbijanju. Sa sl. 2 vidi se, da su sa 4 prelaza valjka, pri vlažnosti materijala blizu optimalne postignute maksimalne zapreminske težine u suhom stanju $\gamma_d = 1{,}50$ gr/cm³, — pri 7 prolaza valjaka: $\gamma_d = 1{,}55$ gr/cm³, a pri 10 prolaza valjka: $\gamma_d = 1{,}65$ gr/cm³. Interesantno je da se sa 10 prolaza valjka postižu zapreminske težine veće od onih koje se dobijaju po standardnom Proktorovom postupku i pri optimalnoj vlažnosti (γ_{max}), a nešto manje od onih koje se dobijaju sa dva puta većom energijom $E_1 = 120$ tm/m³. Na ovaj način može se praktično odrediti optimalan broj prelaza sredstava za zbijanje, za određeni materijal i područje vlažnosti.

3.3. Uticaj promene granulometrijskog sastava materijala i njegove plastičnosti na postignute vrednosti stepena zbijenosti i modula stišljivosti nije mogao biti ispitan, s obzirom da se radilo o sitnozrnčanom materijalu uniformnog sastava, a ovom studijom su obuhvaćena ispitivanja samo jednog materijala. Iskustva stečena ispitivanjem raznih materijala pri kontroli puteva daju nam za pravo da podvučemo značajnu ulogu granulometrijskog sastava i plastičnosti za postizanje određenih karakteristika nosivosti kod sitnozrnčanih koherentnih materijala, niske, srednje i visoke plastičnosti.

3.4. Uticaj veličine prečnika ploče na vrednosti modula stišljivosti M_E. Prema Boussinesovoj teoriji o rasprostiranju naprezanja u elastičnom poluprostoru konstantnog modula stišljivosti, naprezanje se prostire do vrlo velikih dubina. Praktično se može uzeti da se vertikalna komponenta naprezanja smanjuje na dubini $Z = 1{,}25$ D na jednu petinu od vrednosti koja vlada ispod kružne ploče, tj. na $\delta_Z = 0{,}2\,\delta$. Na dubini $Z = 1{,}85$ D naprezanje se smanjuje na desetinu od veličine naprezanja ispod same kružne ploče, tj. $\delta_Z = 0{,}1\,\delta$. Oznaka D označava prečnik ploče.

Sleganja u ispitivanom sloju pri opterećenju kružnom pločom računaju se praktično do dubine na kojoj je $\delta_Z = 0{,}2\,\delta$, tj. do dubine $Z = 1{,}25$ D.

Ne želeći da se detaljnije upuštamo u razmatranja u vezi s teorijom raspodele naprezanja, prikazat ćemo nekoliko rezultata uporednih ispitivanja s pločama prečnika ϕ 16 i ϕ 30 cm, na ispitivanom materijalu.

Ispitivanja su obavljena na materijalima različite vlažnosti ugrađenim u ispitivani sloj i različitim stepenima zbijenosti, i to:

$\gamma_S = 1{,}35$ gr/cm³ . . . . . ($S_D = 83\%$)
$\gamma_S = 1{,}45$ gr/cm³ . . . . . ($S_D = 90\%$)
$\gamma_S = 1{,}55$ gr/cm³ . . . . . ($S_D = 95\%$)
$\gamma_S = 1{,}65$ gr/cm³ . . . . . ($S_D = 101\%$)

Vrednosti modula stišljivosti dobivene ispitivanjem prikazane su na sl. 5, odakle se može konstatovati:

— Vrednosti modula stišljivosti M_E dobivene pri opitima s pločom prečnika ϕ 30 cm u proseku su za 22% do 55% veće od vrednosti modula stišljivosti M_E određenih pločom prečnika ϕ 16 cm;

— Vlažnosti materijala u momentu ispitivanja nisu od značajnijeg uticaja na veličinu odnosa modula stišljivosti dobivenih s pločama različitog prečnika (mada utiču na veličinu modula stišljivosti uopće, kao što se vidi sa sl. 3);

— Stepen zbijenosti ispitivanog materijala utiče na veličinu odnosa modula stišljivosti, određenih pločama različitog prečnika, utoliko što se pri većim stepenima zbijenosti postižu veće apsolutne vrednosti modula stišljivosti M_E i manje razlike (od 22% do 25%). Pri manjim stepenima zbijenosti postižu se manje vrednosti modula stišljivosti i veće razlike (od 29% do 54%) ukoliko se umesto ploče prečnika ϕ 16 cm koristi ploča ϕ 30 cm. Razlike u % povećanja vrednosti M_E sračunate su u odnosu na vrednosti modula stišljivosti određene s pločom ϕ 16 cm.

Dijagram sa sl. 5 može se koristiti za preračunavanje ili upoređenje vrednosti modula stišljivosti određenih pomoću opjita s pločom ϕ 16 (prema švajcarskim propisima, koji se koriste u Srbiji) ili onih s pločom ϕ 30 cm (prema propisima koji se koriste u Hrvatskoj).

4. Zaključak

Na osnovu iskustava stečenih pri kontroli radova u Srbiji, i rezultata dobivenih pri ovom ispitivanju, može se sa sigurnošću tvrditi da kontrola kvaliteta zemljanih radova pomoću opita s pločom (metode SNV-40317) kod sitnozrnčanih koherentnih materijala ne daje zadovoljavajuće rezultate, pa tu metodu ne bi trebalo ni primijenjivati.

Mnogo bolji i verodostojniji podaci dobijaju se kontrolom kvaliteta zbijanja zemljanih radova u opisanim materijalima pomoću Proktorove metode, zasnovane na određivanju postignutog stepena zbijenosti S_D, pomoću zapreminskih težina. Pri tom treba zahtevati da stepen zbijenosti materijala ugrađenih u donji stroj puta bude najmanje $S_D = 95$—100% od one koja se dobija po standardnom Proktorovom postupku (γ_{max}) i optimalnoj vlažnosti (W_{opt}).

Ukoliko bi, obzirom na tehničke uslove, kontrola s pločom bila obavezna, neophodno je da se ispitivanja obavljaju na materijalima s važnošću blizu optimalne, jer se jedino tada, pored najpovoljnijeg efekta zbijanja, dobivaju vrednosti modula stišljivosti koje se mogu smatrati realnim. Čak i pri takvim uslovima, minimalne vrednosti modula stišljivosti dobivene s pločom ϕ 16 cm ne bi smele biti manje od $M_E = 250$—300 kg/cm², jer navedenim vrednostima modula stišljivosti odgovaraju stepeni zbijenosti $S_D = 95\%$ do 100%, kao što se vidi na sl. 3.

Kvalitet zbijanja sitnozrnčanih koherentnih materijala nije isti iako se i prema švajcarskim propisima SNV-40317 [1] i hrvatskim propisima [2] primenjuje ista vrednost modula stišljivosti kao minimalna ($M_E > 150$ kg/cm²), jer se u prvom slučaju pri ispitivanju propisuje upotreba ploča preč-

nika ϕ 16 cm, a u drugom slučaju ploča ϕ 30 cm. To potvrđuju i rezultati ispitivanja prikazani na sl. 5, iz koje se može zaključiti da, ukoliko bi se želeo postići minimalni stepen zbijenosit koji odgovara onom po švajcarskim propisima za ploču ϕ 16 cm, odgovarajuća minimalna vrednost modula stišljivosti po propisima važećim u Hrvatskoj morala bi iznositi $M_E \geqq 200$ kg/cm².

Bibliografija

[1] Ing. Zdravko Joksić — Neke razlike u primeni opita sa pločom prilikom ispitivanja nosivosti fleksibilnih konstrukcija na putevima. Materijali i konstrukcije, br. 3/1965.

[2] Privremeni uslovi za izradu cesta u SR Hrvatskoj — Ceste i mostovi, br. 5—6/1963.

[3] Skupnost cestnih podjetij LR Slovenije — Zemeljska dela pri gradnji cest — Ljubljana 1962.

ARMIRANE ZIDANE KONSTRUKCIJE*

Ing. Sergije Kolobov, Zagreb

I. ZIDOVI, STUPOVI I GREDE

Opće napomene

Ovim tehničkim pravilima regulira se projektiranje, dimenzioniranje i izvođenje nosivih i ukrućujućih zidova stambenih zgrada kao i industrijskih objekata i postrojenja od armiranog ziđa.

Teorija proračuna armiranih zidanih konstrukcija baziranja je na metodi graničnog stanja, prihvaćenoj 1. VIII 1955 normama i tehničkim pravilima u SSSR.

Osnovna razlika proračuna po metodi graničnog stanja od drugih teorija (prema dozvoljenim naprezanjima i prema teoriji sloma) leži u tačnoj definiciji graničnog stanja konstrukcije i uvođenju sistema računskih koeficijenata umjesto jednog koeficijenta sigurnosti.

Kao granično stanje podrazumijeva se takvo stanje konstrukcije, kod kojeg konstrukcija gubi svojstvo otpornosti prema djelovanju vanjskih upliva, ili kod toga poprima nedopustive deformacije ili lokalna oštećenja, tj. gubi svojstva potrebna za njenu primjenu.

Kod proračuna armiranih zidanih konstrukcija uzimaju se u obzir 3 granična stanja:

a) Prema nosivosti (čvrstoći i stabilnosti);
b) Prema deformacijama (krutosti);
c) Prema stvaranju naprslina ili graničnom otvaranju pukotina.

U proračun metodom graničnog stanja uvodi se u račun 3 različita koeficijenta:

k — Koeficijent jednoličnosti materijala;
m — Koeficijent uslova rada elemenata konstrukcije;
n — Koeficijent preopterećenja.

Ovi koeficijenti reguliraju najvažnije faktore od kojih zavisi nastupanje graničnog stanja konstrukcije, i to: vanjska opterećenja i sile, kvalitet i mehanička svojstva materijala i uslove izrade konstrukcije.

Množenjem normativne otpornosti materijala i konstrukcija (R^n) s koeficijentom jednoličnosti materijala (K) dobije se računska otpornost (R).

Koeficijenti uslova rada (m) uzimaju u obzir posebne — dopunske — faktore, koji se javljaju u pojedinim konstrukcijama: upliv koncentracije napona, potreba u pojedinim slučajevima povećanja sigurnosti važnijih dijelova konstrukcije, upliv posebnih uslova izvedbe ili eksploatacije konstrukcija itd. Uglavnom ovaj koeficijent mora sadržavati sve faktore koji imaju upliva na sigurnost, osim sniženja kvalitete materijala i mogućeg preopterećenja.

Kao normativno opterećenje smatra se opterećenje, koje odgovara normalnim uslovima eksploatacije. Moguća odstupanja od normativnih opterećenja reguliraju se koeficijentom preopterećenja (n), tako na primjer: koeficijent preopterećenja kod proračuna tribina na opterećenje masom ljudi uzima se n = 1,2, za opterećenje snijegom n = 1,4 i za vjetar n = 1,2.

Množenjem normativnog opterećenja s koeficijentom preopterećenja dobije se računsko opterećenje.

Ako se ova pravila primjenjuju u područjima seizmičkog intenziteta VII, VIII i IX stupnja po MCS skali, potrebno je uzimati u obzir i »Privremene tehničke propise za građenje u seizmičkim područjima« (septembar 1964).

Materijal

Tipovi opeke i blokova od pečene gline, razne vrsti betonskih blokova i prirodni kamen, koji se mogu primjeniti za armirane zidane konstrukcije navedeni su u prilogu pod 1.

Kao malter za armirane zidane konstrukcije od svih vrsti kamena smije se upotrijebiti samo produžni cementni malter s doziranjem mješavine prema potrebnoj čvrstoći maltera, propisanoj statičkim računom. Minimalna čvrstoća na pritisak kocke maltera sa stranama 50 cm², 28 dana nakon izrade, mora biti 25 kg/cm². Pijesak za pripremanje maltera ne smije sadržavati organske, humusne materije, ugljen i dr. supstance koje smanjuju čvrstoću maltera ili otežavaju vezanje. Umjesto gašenog vapna kod pripremanja maltera može se upotrijebiti i 1,5 puta povećana zapreminska količina

* U broju 8 časopisa pogrešno je odštampan naslov članka Ing. Kolobova — Armirano betonske umjesto Armirano *zidane* konstrukcije. Molimo čitaoce da ovo uvaže.

Redakcija

hidratiziranog vapna u prahu. Malter se smije izrađivati na gradilištu samo u onoj količini, koja se može ugraditi prije početka vezanja.

Čelik za armirane zidane konstrukcije mora imati kompaktnu i homogenu strukturu. Ne smije imati nikakvih nedostataka, stranih elemenata, mjehura, pukotina ili vanjskih oštećenja. Dužine valjanih čel. šipki utvrđene su uslovima proizvodnje. Čelik se isporučuje savijen u omote, bilo izdužene, bilo kružne (kod tanjih profila). Kvalitet armature mora da ispunjava uslove koji važe za šipke u stanju kako izlaze ispod valjka.

Primjedba: Uslovi za upotrebu čelika uzeti su prema našim PTP za beton i armirani beton.

	Običan čelik	Čelik visoke otpornosti
Jačina na zatezanje β_z u t/cm²	3,6—4,5	5,2—6,2
Granica vel. izduženja β_{vi} u t/cm²	2,4	3,5
Najmanje izduženje λ_{10} u %	20	20

Sl. I: Vodotoranj u Belišću (550 m³ vode) od armiranog ziđa od opeke, visine 45 m.

Pokusi savijanja na preklop u hladnom stanju, za obični čelik i za čelik visoke otpornosti, moraju dati ove najmanje vrijednosti za broj savijanja:

$$K = 50 \frac{d}{r}$$

gdje d označava profil šipke, i

r radijus krivine u osovini šipke

$K > 80$ — kod naprslina u vlačnoj zoni

$K > 40$ — kod naprslina u tlačnoj zoni.

Armatura od čelika visoke otpornosti mora se zbog razlikovanja naročito označiti.

Za ostale vrsti čelika, kao i naročite vrste armature, propisat će se kvaliteta posebno za svaki slučaj.

Čelična žica izvlačena u hladno.

Kruta čelična armatura (valjani profili) mora biti međusobno kruto povezana vilicama zavarenim ili proturenim kroz profile, tako raspoređenim da se mogu pokriti omotačem od maltera.

Voda koja se upotrebljava za pripremanje maltera mora biti čista, bez ikakvih organskih ili anorganskih sastojina koje bi mogle štetno uticati na proces stvrdnjavanja maltera. Ukoliko se posumnja u kvalitet vode, vodu treba ispitati na terenu, ili je poslati nekom kemijskom laboratorijumu na detaljnu analizu. Za pripremanje maltera ne smije se koristiti voda koja može doći u dodir s otpadnim vodama iz tvornica šećera, koža, ulja, masnih proizvoda i sl.

Kvalitet rada (zidanja)

Kvalitet zidanja armirano zidanih konstrukcija mora biti prvoklasan, sa strogim pridržavanjem svih pravila zidarstva. Zidarski vez opeka, blokova ili kamena mora biti pravilan kako u uzdužnom, tako i u poprečnom smjeru, tj. da se ni jedna sljubnica gornjega reda ne poklapa sa sljubnicom donjeg reda. Međusobni razmak sljubnica između dva susjedna reda ne smije biti manji od debljine opeke ili bloka.

Sl. II: Stupovi, zidovi i stropovi od armirane opeke — Tv. »Sekulić« u Novoj Gradiški

Opeka, blokovi ili kamen kod zidanja moraju biti na svim spojevima potpuno obavijeni malterom. Sudarne sljubnice moraju biti pune.

Elementi ziđa prilikom ugrađivanja moraju imati potrebnu vlažnost. Suha opeka mora se prije upotrebe kvasiti bar 2 sata u vodi. Vlažnost elemenata zida prilikom ugrađivanja mora biti tim veća, što je viša marka propisanog maltera.

Debljina horizontalnih sljubnica mora biti: s umetnutom armaturom maksimum 25 mm, i bez umetnute armature 15 mm.

Debljina vertikalnih sudarnih sljubnica ne smije biti veća od 10 mm.

Armiranje

Načini armiranja koji se primjenjuju u armirano zidanim konstrukcijama su ovi:

Armatura u obliku čeličnih mrežica s kvadratnim okancima, koja se polažu u horizontalnim sljubnicama zidova, a primjenjuju se kod zidova od pune opeke i šupljih zidnih blokova.

Mrežasto armiranje ziđa je osnovni način pojačanja stupova, pilova i pojedinih partija zidova, pod uslovima male gipkosti i malih ekscentriciteta. Primjenjuje se i kod centrično i ekscentrično pritisnutih elemenata s malim ekscentricitetom koji ostaje unutar jezgre presjeka (za pravokutne presjeke kod $\frac{eo}{a} \leqslant 0{,}17$ i kod odnosa $\beta = \frac{lo}{a}$ manjeg od 15. Minimalna količina armature za mrežasto armiranje je 0,1%.

Maksimalni procent armature kod mrežastog armiranja ne smije biti veći od 1%. Krajevi zategnute armature moraju biti usidreni u sloju betona ili maltera. Promjer armature za mrežasto armiranje ne smije biti manji od 3 mm. Međusobni razmak šipki armature kod mrežastog armiranja ne smije biti veći od 12 cm i ne manji od 3 cm. Mrežice armature ne smiju se polagati na većem razmaku od pet redova opeka.

Zbog kontrole armiranih sljubnica pojedine žice mrežica moraju biti dulje od širine zida za po 5 mm na svaku stranu.

Mrežasta armatura može se zamijeniti sa dva roštilja zmijolike (»cik-cak«) armature, kod toga kao međusobni razmak mrežica mora se uzeti razmak roštilja s jednim smjerom žica.

Uzdužno armiranje zidova sastoji se od uzdužne armature s vilicama koja se postavlja: unutar zida u šupljinama u opekama ili blokovima, šupljine se kasnije ispunjavaju betonom ili malterom; u žljebovima formiranim kod zidanja; u žljebovima naknadno isklesanim u tu svrhu; u horizontalnim sljubnicama.

Žljebovi za postavljanje uzdužne armature u drugom i trećem slučaju naknadno se ispunjavaju betonom ili malterom.

Uzdužno armiranje zidova primjenjuje se: za preuzimanje vlačnih napona u elementima opterećenim na savijanje, na vlak i na ekscentrični tlak, kada se u presjecima javljaju vlačni naponi koji su veći od graničnih vlačnih napona u zidu.

Kod centrično i ekscentrično opterećenih stupova nezavisno o veličini ekscentriciteta kod gipkosti stupova $\frac{l_0}{a} \geqslant 15$ za povećanje stabilnosti i otpornosti. Kod tanjih zidova za povećanje stabilnosti i otpornosti na djelovanje horizontalnih sila ili momenata savijanja. Kod zidova i pilova izvrgnutih znatnim vibracijama, zbog osiguranja ziđa od stvaranja naprslina, a isto tako i za povećanje otpornosti elemenata i cijelog objekta na seizmičke sile.

Maksimalna količina armature kod uzdužnog armiranja ziđa je za tlačnu armaturu 0,2%, a za vlačnu armaturu 0,05%.

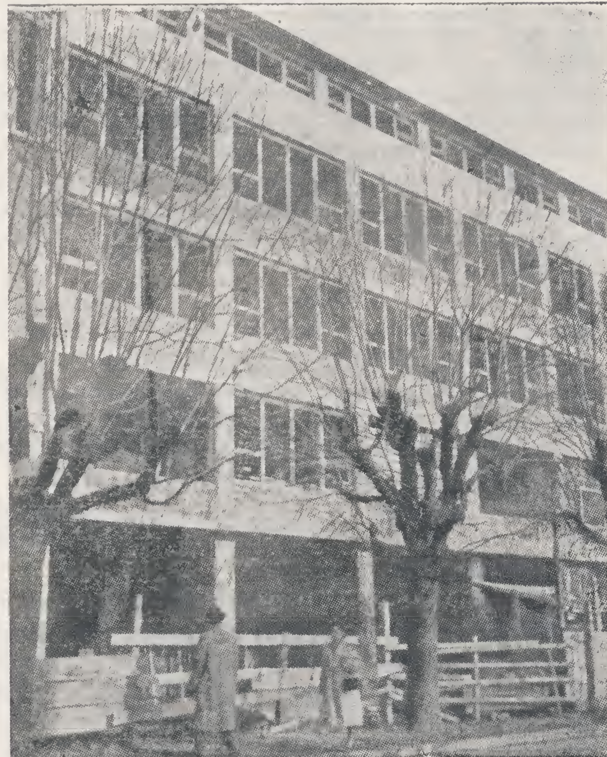
Minimalni profil armature kod uzdužnog armiranja ziđa je za tlačnu armaturu 8 mm, a za vlačnu armaturu 3 mm.

Profil šipke armature u horizontalnim sljubnicama ne smije biti veći: kod ukrštavanja armature 6 mm; bez ukrštavanja 12 mm.

Visina armiranih horizontalnih sljubnica mora biti bar za 4 mm veća od dijametra uložene armature.

Zaštitni sloj maltera kod armirano zidanih konstrukcija s armaturom smještenom na površini zida mora biti: u prostorijama s normalnom vlažnošću zraka, veći od 15 mm, u vlažnim prostorijama i vanjskim zidovima 25 mm, i to mjereno od vanjskog ruba armature.

Vilice u zidanim elementima s uzdužnom armaturom moraju imati: minimalni profil 3 mm i mak-



Sl. III: Zgrada okvirne konstrukcije sa stupovima, stropovima i fasadnim gredama od armirane opeke (Zagreb, Prilaz JA 30)

simalni profil 6 mm. Kod smještavanja vilica na vanjskoj površini zida sloj zaštitnog maltera mora biti debljine najmanje 10 mm. Međusobni razmak vilica u tlačnim elementima ne smije biti veći od 15 profila armature, a ne smije biti manji od 15 cm, i to kod smještaja armature izvan zida; ako je armatura smještena unutar zida — 25 profila armature, ali ne preko 50 cm. U zidanim elementima s uzdužnom armaturom, opterećenim na savijanje, međusobni razmak ne smije biti veći od $^3/_4$ visine formirane grede, i ne veći od 50 cm.

Kod armiranja ziđa horizontalnom i vertikalnom uzdužnom armaturom, koja se uzima u obzir kod proračuna nosivosti zida, minimalni procent armature mora biti 0,05 za svaki smjer. Kod armiranja zidova armirano betonskim horizontalnim ili vertikalnim serklažama, količina armature uzima se prema površini presjeka zida koji otpada na jednu serklažu.

Razmak između vertikalnih ili horizontalnih šipaka armature ili između vertikalnih i horizontalnih serklaža ne smije biti veći od 8 debljina zida. Kod armiranja zidova armirano betonskim horizontalnim ili vertikalnim serklažama međusobni razmak serklaža može biti i veći od 8 debljina zida, ali kod toga mora biti računski ispitana stabilnost dijela zida između serklaža.

Kod armiranja zidova potrebno je pridržavati se ovih smjernica:

— Horizontalna armatura mora biti smještena u horizontalnim sljubnicama zida.

— Kod jednostranog horizontalnog opterećenja zidovi se armiraju jednostranom armaturom smještenom sa strane vlačnih naprezanja u zidu, ako postoji mogućnost promjene smjera horizontalnog opterećenja — zidovi se armiraju s dvostranom simetričnom armaturom.

— Zidove debljine $^1/_2$ opeke kod djelovanja neznatnih momenata različitih predznaka dovoljno je armirati jednostrukom armaturom smještenom u sredini debljine zidova.

— Vlačna vertikalna armatura smještena na površini zidova mora biti povezana vilicama, na maksimalnom razmaku 80 profila armature.

— Razdjelni zidovi debljine 6,5 cm mogu biti armirani s horizontalnim i vertikalnim šipkama armature u sljubnicama, na međusobnoj udaljenosti u oba smjera 52 × 52 cm ili 52 × 65 cm.

— Horizontalne i vertikalne šipke armature zidova poželjno je s obje strane usidriti u serklaže ili u križanja zidova.

— Za visinu armirano betonskih serklaža poželjno je uzeti n-puta visinu jednog reda opeke, što dozvoljava betoniranje i za vrijeme zidanja, bez prekida. Uzdužnu armaturu serklaža potrebno je vezati vilicama na razmaku ne većem od 40 profila armature. Kod zgrada koje se zagrijavaju potrebno je zaštitit serklaže s termičkom izolacijom.

— Za betoniranje vertikalnih serklaža u zidovima kod zidanja ostavljaju se vertikalni žljebovi. Nakon izvedbe zida u žljeb se stavlja armatura i vertikalne serklaže betoniraju se s prenosnom oplatom. Ako su vertikalne serklaže predviđene unutar zida — kod zidanja se ostavljaju vertikalni kanali, u koje se postavlja armatura i nakon toga se te kanale zalije betonom. Maksimalne dimenzije žljeba za vertikalni serklaž ne smiju biti veće od polovice debljine zida.

— Kod armiranja zidova horizontalnim i vertikalnim serklažama, međusobni spojevi serklaža moraju dopuštati slobodno sljegavanje zida, a istodobno osiguravati ispravni prenos horizontalnih sila.

Primjedba: Pravilo opisano u ovom pasusu je u cijelosti iz »Norme i tehnički uslovi projektiranja zidanih i armiranih zidanih konstrukcija — NITU-$^{120}/_{55}$«, stav 151, strana 87. Ovo pravilo slaže se sa stavovima 3.5, 4.2.3 i 4.2.6 naših PTP za građenje u seizmičkim područjima i dolazi u koliziju sa stavovima 4.2.2.2, 4.2.2.3 i 4.2.2.4, istih PTP. Sovjetski propisi za zidane i armirane zidane konstrukcije naročito naglašavaju važnost jednolikog slijeganja cijele konstrukcije zgrade, što je moguće samo uz uvjet istog modula elastičnosti. Prema Prof. Oniščiku, proces stezanja ziđa traje i do 30 godina, specifičnost pritisnutih zidova od opeke očituje se u činjenici da nema linearne zavisnosti između naprezanja i deformacija. Prof. Oniščik (Moskva) postavio je i logaritamsku zavisnost između deformacija i naprezanja:

$$\varepsilon = -\frac{1 \cdot 1}{\alpha}\, l_n \left(1 - \frac{\sigma}{1 \cdot 1 R}\right)$$

gdje je α — elastična karakteristika ziđa, $\alpha = \frac{E_0}{R}$, E_0 — početni modul elastičnosti ziđa; R — računska otpornost ziđa na tlak; i δ — naprezanje koje odgovara deformaciji koja se ispituje.

Veličine uzdužnih deformacija ziđa uslijed slijeganja nisu osjetljive na promjenu poprečnog presjeka.

Srednja vrijednost uzdužnih deformacija uslijed slijeganja ziđa u produžnom cementnom malteru iznosi:

$$\varepsilon = 2{,}8 \times 10^{-3} \text{ (u metrima).}$$

Tako kod visine objekata H = 20,00 m ukupno slijeganje visine zida bit će: $\varepsilon = 2{,}8 \cdot 10^{-3} \cdot 20{,}00 = 0{,}056$ m = 56 mm. Ako se uzme, prema Prof. Saligeru, da stezanje betonskih stupova s teškim agregatom odgovara padu temperature na 15—20° C, što kod visine 20,00 m iznosi: $\varepsilon_b = 1 \cdot 10^{-5} \cdot 20 \cdot 20{,}00 = 0{,}004$ m = 4 mm, razlika u slijeganju ziđa i betona iste visine iznosi — $\Delta\varepsilon = \varepsilon - \varepsilon_b = 56 - 4 = 52$ mm.

— Pojačanje zidova armaturom dozvoljava povećanje granične dozvoljene gipkosti zidova i pilova za 20% kod armature u jednom smjeru i za 30% kod armiranja u dva smjera.

— Zidovi koji su izvrgnuti znatnim vibracijama moraju se pojačati armaturom smještenom u

sljubnice zida ili armirano betonskim serklažama, koji mogu biti ujedno i nadprozornicima, s procentom armature 0,05—0,10%. Međusobni razmak serklaža u zavisnosti o intenzitetu dinamičkog učinka uzima se između 8 i 4 debljine zida. Minimalna marka maltera zida između serklaža je 50.

— Kod pojačanja zidova horizontalnim i vertikalnim serklažama, koje se nalaze izvan ravnine zida, dozvoljava se s vertikalnim silama opterećivati zidove, a horizontalne sile preuzimati s horizontalnim i vertikalnim serklažama.

— *Pojačanje zidova pomoću kompleksnih konstrukcija* od armiranog betona, koji se betonira unutar zidova istodobno sa zidanjem. Za preporučiti je smještanje armirano betonskih elemenata kompleksnih konstrukcija u vanjskim žljebovima zida, zbog mogućnosti bolje kontrole izvedbe. (v. sl. 12).

Kompleksne konstrukcije primjenjuju se u istim slučajevima kao i kod uzdužno armiranih zidova.

Armiranje obujmicama od čelika, armiranog betona i armiranog maltera upotrebljava se kao pojačanje zidanih stupova i pilova. (V. sl. 13).

Pojačanje zidanih konstrukcija obujmicama primjenjuje se kod povećanja opterećenja na postojeće konstrukcije (npr. kod nadogradnja), kao i kod oštećenja zida (naprsline, loši vez opeka, slabe marke opeke i maltera itd.) koji smanjuju nosivost konstrukcije.

Obujmice od čelika sastoje se od vertikalno postavljenih ugaonika od valjanog čelika, koji se montiraju u malteru na rubovima elementa koji se pojačava i vilica od plosnog čelika koje se zavare na ugaonike. Međusobni razmak vilica ne smije biti veći od manje strane presjeka i ne veći od 50 cm. Čelična obujmica mora biti zaštićena jačim malterom protiv korozije.

Obujmice od armiranog betona izvode se od betona MB 160—220, debljine 6—12 cm. Obujmica se armira vertikalnim šipkama i zavarenim vilicama. Razmak vilica ne smije biti veći od 15 cm.

Obujmice od maltera armiraju se isto kao i armirano betonske, samo što se armatura pokriva, umjesto betonom, jakim malterom M 75—100. Debljina zaštitnog sloja maltera kod stupova i pilova se smije biti manja od 20 mm, kod zidova — 15 mm, i to u prostorijama s normalnom vlažnošću zraka; na otvorenom ili u vlažnim prostorijama debljine 30 mm — kod stupova ili pilova i 25 mm kod zidova.

Kod pojačanja obujmicama elemenata zida pravokutnog presjeka s odnosom strana većim od 2,5 — potrebno je, osim pojačanja obujmicom po konturu zida ili pilova postaviti uz dužu stranu poprečne veze kroz zid, s kojima se zid dijeli na pravokutnike s odnosom strana ne većim od 1 : 2,5.

Ne preporuča se pojačati obujmicama gipke elemente kod kojih je $\frac{lo}{a} > 15$, gdje je lo — računska dužina elementa, i a — kraća stranica poprečnog presjeka.

Normativne karakteristike ziđa

Normativne karakteristike ziđa, koje određuju čvrstoću ziđa, su marke opeke, blokova ili kamena, kao i marke maltera.

Normativna otpornost (granična čvrstoća) ziđa na tlak nakon 28 dana, za ziđe od opeke visine 1 reda, 50—150 mm, kao i blokova od pečene gline s vertikalnim šupljinama iste visine, prikazana je u tabeli 1; za ziđe od oklesanog prirodnog kamena i punih betonskih blokova kod visine reda > 180 mm — u tabeli 2, a za ziđe od šupljih betonskih blokova kod visine 1 reda 180—350 mm — u tabeli 3.

TABELA 1

Marka opeke ili blokova	Marka maltera			
	100	75	50	25
	a	b	c	d
300	65	60	55	50
200	55	50	45	35
150	45	40	35	30
100	35	33	30	25
75	30	28	25	22

TABELA 2

Marka kamena i punih bet. blokova	Marka maltera					
	200	150	100	75	50	25
	a	b	c	d	e	f
1000	260	250	240	230	220	210
800	220	210	200	190	185	175
600	180	170	160	150	145	140
400	130	125	115	110	105	100
200	80	75	70	70	65	60
100	50	50	45	43	40	35
50	—	—	30	28	25	23

TABELA 3

Marka šupljih bet. blokova	Marka maltera			
	100	75	50	25
	a	b	c	d
200	75	70	65	60
100	40	37	35	32
75	32	30	28	25
50	25	23	22	20

Čvrstoća cementnih i miješanih maltera u doba različito od 28 dana, može se odrediti prema čvrsto-

ći maltera od 28 dana. U dobi do 90 dana može se odrediti prema formuli:

$$R_z = R_{28} \frac{a \cdot z}{28\,(a - 1) + z}$$

i to kod temperature u vrijeme vezanja od + 15 do + 25° C,

gdje je:

R_z — normativna otpornost maltera nakon z dana,

R_{28} — čvrstoća maltera nakon 28 dana,

z — vrijeme stvrdnjavanja maltera u danima,

a — koeficijent, koji je na produžno cementni malter jednak 1,5.

Relativna čvrstoća maltera u različito doba može se dobiti i iz tabele (4), i to za temperaturu prilikom vezanja od + 15 do 25° C.

TABELA 4

	Relativna čvrstoća maltera u doba, od dana					
	3	7	14	28	60	90
Produžno cementni malter	0,25	0,50	0,75	1,00	1,20	1,30

Ako malter stvrdnjava kod nižih temperatura od + 15 do + 25° C povišenje čvrstoće u uspoređenju s tabelom 4 usporuje se, i to za produžni cementni malter kod temperature:

od + 1° do + 4° C — za 40%,

od + 5° do + 10° C — za 20%, i

od + 10° do + 14° C — za 10%.

Normativna otpornost na tlak kod zida od prirodnog kamena pravilnog oblika uzima se prema tabeli 2, pomnožena s koeficijentom koji je zavisan o kvalitetu klesanja ležećih površina kamena. Kod ziđa od piljenog kamena i kamena pravilno oklesanog (s istacima do 2 mm) 1,0, kod ziđa od kamena slabije oklesanog (s istacima do 10 mm) 0,8, kod ziđa od kamena slabo obrađenog (s istacima do 20 mm) 0,7 i kod kiklopskog ziđa 0,6.

Normativna otpornost na tlak kod savijanja (R_{ts}^n) za nearmirano ziđe kod ekscentričnog tlaka s velikim ekscentricitetom eo $\geqslant$ 0,45 y, gdje je y = udaljenost težišta do tlačnog ruba presjeka i eo ekscentricitet s obzirom na težište, određuje se prema jednadžbi:

$$R_{ts}^n = R^n \sqrt[3]{\frac{F}{F_t}};$$

za ziđe armirano s uzdužnom armaturom kod savijanja i ekscentričnog tlaka s velikim ekscentricitetom — prema jednadžbi:

$$R_{ts}^n = 1{,}25\,R^n$$

gdje je:

R^n — normativna otpornost na tlak — prema tabelama 1, 2 i 3,

F — površina punog presjeka, i

F_t — površina tlačnog dijela presjeka kod pravokutnog dijagrama naprezanja.

Normativna otpornost ziđa kod lokalnog napona na pritisak određuje se jednadžbom:

$$R_{lok}^n = R^n \sqrt[3]{\frac{F}{F_{lok}}} \leq 2\,R^n$$

F_{lok} = zajednička površina dodira.

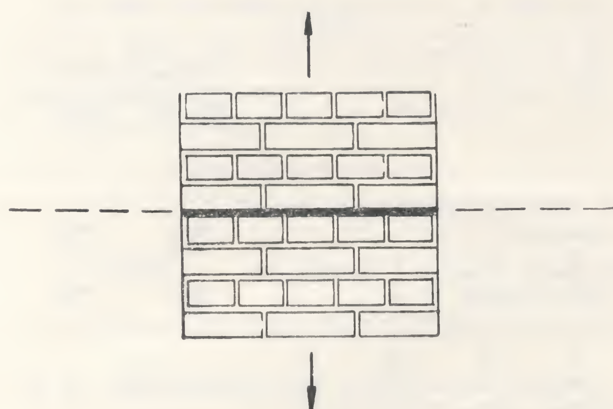
Normativna otpornost ziđa od punih blokova u produžnom cementnom malteru na osovinski vlak (R^n_v), na vlak kod savijanja ($R^n_{v,s}$), na smicanje (R^n_{sm}), na glavne vlačne napone kod savijanja (R^n_{gl}).

Kod razaranja ziđa po horizontalnim i vertikalnim sljubnicama — uzima se prema tabeli 5.

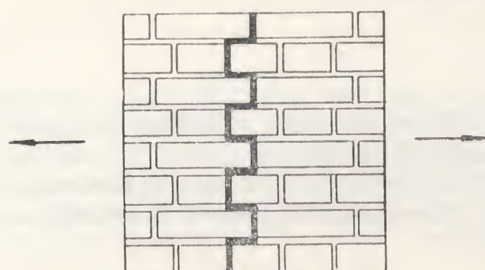
TABELA 5

Vrst naponskog stanja	Marka maltera 100—50	25
	a	b
Osovinski vlak (R_v^n)		
U neprekrivenom presjeku kod svih vrsti ziđa (normalna prionjivost) (v. sl. 1)	1,8	1,2
U prekrivenom presjeku kod ziđa od opeke ili kamena pravilnog oblika (v. sl. 2)	3,5	2,5
Vlak kod savijanja ($R^n_{s\,v}$)		
U neprekrivenom presjeku za sve vrsti ziđa	2,5	1,8
U prekrivenom presjeku kod ziđa od kamena pravilnog oblika (v. sl. 3)	5,5	3,5
Smicanja ($R^n_{s\,m}$)		
U neprekrivenom presjeku kod svih vrsti ziđa	3,5	3,5
Glavne vlačne napone kod savijanja ($R^n_{g\,l}$)	2,5	1,8

Normativna otpornost ziđa od šupljikavih blokova od pečene gline kao i ziđa od šupljih betonskih blokova, smatra se većom za 25%.



Sl. 1



Sl. 2

Kod odnosa dubine prekrivanja vertikalnih sljubnica susjednih redova prema visini jednog reda manjeg od jedan, normativna otpornost ziđa na osovinski vlak (R_v^n) i na vlak kod savijanja ($R_{v.s}^n$) u prekrivenom presjeku za ziđe od kamena pravilnog oblika uzima se prema tabeli 5, ali se množi s tim odnosom (manjim od jedan).

Normativna otpornost ziđa od opeke, blokova i kamena, pravilnog oblika, na osovinski vlak (R_v^n), na vlak kod savijanja ($R_{v.s}^n$), na smicanje (R^n_{sm}) i na glavne vlačne napone kod savijanja (R^n_{gl}) u prekrivenom presjeku kod rušenja ziđa po opeci ili kamenu — uzima se prema tabeli 6.

TABELA 6

Vrst naponskog stanja	Marka opeke ili kamena				
	200	150	100	75	50
	a	b	c	d	e
Osovinski vlak (R_v^n)	6	5	4	3	2,5
Vlak kod savijanja ($R^n_{v\,s}$)	9	7	5,5	4,5	3,5
Smicanje ($R^n_{s\,m}$)	22	18	14	12	9
Glavne vlačne napone kod savijanja ($R^n_{g\,l}$)	9	7	5,5	4,5	3,5

Primjedbe: Normativne otpornosti na osovinski vlak, na vlak kod savijanja i na glavne vlačne napone kod savijanja, odnose se na cijeli presjek zida. Normativne otpornosti na smicanje u prekrivenom presjeku odnose se samo na presjek opeke ili kamena u presjeku smicanja (površina presjeka neto) uz odbijanje površine vertikalnih sljubnica.

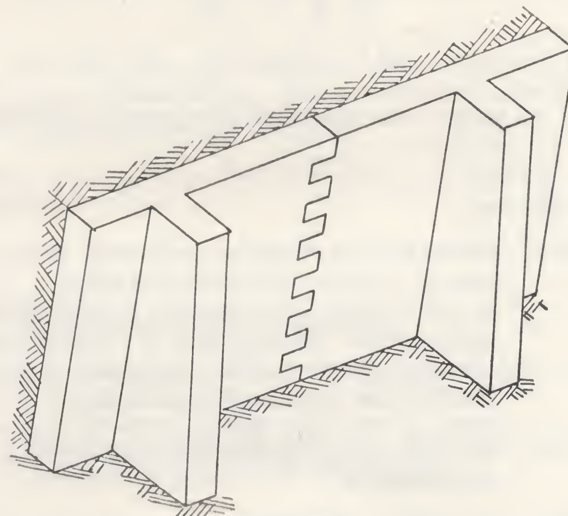
Normativna otpornost armature (R_a^n) u armirano zidanim konstrukcijama za valjani čelik u vrućem stanju ČN 22 — $R_a^n = 2200$ kg/cm², za valjani čelik u vrućem stanju ČN 25 = 2500 kg/cm², i za čeličnu žicu izvlačenu u hladno $R_a^n = 4500$ kg/cm².

Koeficijenti jednoličnosti ziđa (K_z) prikazani su u tabeli 7.

TABELA 7

Vrst ziđa	K_z A	K_z B
I. Kod tlaka		
Ziđe od opeke i blokova s vertikalnim šupljinama	0,60	0,50
Ziđe od betonskih blokova, prirodnog kamena pravilnog oblika	0,55	0,50
II. Kod osovinskog vlaka, vlaka kod savijanja, smicanja i glavnih vlačnih napona kod savijanja za sve vrsti ziđa	0,50	0,45

Prva vrijednost koeficijenta (K_z) uzima se uz izvedbu, kod koje se sistematski ispituje čvrstoća opeke, kamena i maltera. (Klasa rada A). Druga vrijednost koeficijenta (K_z) uzima se uz izvedbu, kada se čvrstoća materijala ne ispituje posebno, već se zadovoljava atestima proizvođača i privremenim ispitivanjima (klasa rada B).



Sl. 3

Koeficijenti jednoličnosti armature za armirano zidane konstrukcije (K_a), za čelik ČN 22 i ČN 25 0,9, i za žicu izvlačenu u hladno 0,8.

Modul elastičnosti ziđa (E) prima se: kod proračuna konstrukcija po metodi graničnog stanja čvrstoće ziđa

$$E' = 0,5\ E_0,$$

kod određivanja deformacija ziđa

$$E = 0,8\ E_0,$$

gdje je E_0 — početni modul elastičnosti ziđa koji se određuje prema formuli:

za nearmirano ziđe $E_0 = \alpha \cdot R^n$

za armirano ziđe $E_0 = \alpha_a \cdot R_a{}^n{}_{\cdot z}$

R^n — normativna otpornost ziđa na tlak prema tabeli 1, 2 i 3

Za uzdužno armirano ziđe

$$R_{az}{}^n = R^n + \frac{p \cdot R_a{}^n}{100}.$$

Za armiranje s mrežicama

$$R_{az}{}^n = R^n + \frac{2\,p\,R_a{}^n}{100}.$$

p — procent armature, koji se određuje za uzdužno armiranje prema odnosu površine presjeka armature F_a i zida F_z.

$$p = \frac{F_a}{F_z} \cdot 100,$$

i za armiranje s mrežicama — prema odnosu volumena armature V_a i zida V_z

$$p = \frac{V_a}{V_z} \cdot 100,$$

$R_a{}^n$ — normativna otpornost armature je prethodno data.

Module elastičnosti E′ i E primjenjuje se u ovim slučajevima:

E′ — za određivanje naprezanja u ziđu, posmatranog u graničnom stlačenom stanju, ako se deformacija ziđa određuje ili ograničuje zajedničkim djelovanjem s elementima konstrukcije od drugih materijala, npr. za određivanje naprezanja u zategama svodova, u slojevima tlačnih složenih presjeka, naprezanja uslijed temperaturnih deformacija itd.

E — za određivanje deformacija elemenata zidanih konstrukcija kod djelovanja uzdužnih ili poprečnih sila, naprezanja kod statički neodređenih okvirnih sistema, u kojima elementi zidanih konstrukcija djeluju zajedno s elementima od drugih materijala, perioda titraja zidanih konstrukcija, krutosti konstrukcija itd.

Vrijednosti elastične karakteristike α za nearmirano ziđe uzimaju se prema tabeli 8.

TABELA 8

Vrsta ziđa	Marka maltera	
	200—50	25—10
	a	b
Od teškog prirodnog i umjetnog kamena	2000	1000
Od opeke, blokova i kamena od lakog betona	1000	750

Vrijednosti elastične karakteristike (α_a) za armirano zidane konstrukcije:

kod armiranja s mrežicama u zavisnosti o procentu armature (p)

$$\alpha_a = \frac{\alpha}{1 + 3\,p}$$

za uzdužno armirano ziđe kao za nearmirano ziđe — prema tabeli 8.

Veličine koeficijenata linearnog proširenja ziđa kod promjene temperature za 1^0 C uzimaju se prema tabeli 9.

TABELA 9

Ziđe od	Koeficijent linearnog proširenja ziđa
Obične i šupljikave opeke	$0,5 \times 10^{-5}$
Silikatne opeke	$1,0 \times 10^{-5}$
Betonskih blokova	$1,0 \times 10^{-5}$
Prirodnog kamena	$0,8 \times 10^{-5}$

Koeficijenti trenja uzimaju se prema tabeli 10.

TABELA 10

Materijal	Stanje površ. trenja	
	suho	vlažno
Ziđe o ziđe ili beton	0,70	0,60
Drvo o ziđe ili beton	0,60	0,50
Čelik o ziđe ili beton	0,45	0,35
Ziđe i beton o pijesak ili šljunak	0,60	0,50
Ziđe i beton o pješčanu ilovaču	0,55	0,40
Ziđe i beton o ilovaču	0,50	0,30

Zapreminska težina ziđa od prirodnog i umjetnog kamena određuje se prema podacima iz priručnika ili neposrednim mjerenjem.

Računske karakteristike ziđa. Računske otpornosti ziđa i armature određuju se kao produkt množenja normativnih otpornosti na koeficijent jednoličnosti (zaokruženo).

Računska otpornost (R) u kg/cm² na tlak ziđa od pune opeke kao i od blokova s vertikalnim šupljinama, kod visine redova 50—150 mm, bez posebnih ispitivanja črstoće materijala (rad po klasi B) uzima se prema tabeli 11.

TABELA 11

Marka opeke ili blokova	Marka maltera			
	100	75	50	25
	a	b	c	d
300	33	30	28	25
200	27	25	22	18
150	22	20	18	15
100	18	17	15	13
75	15	14	13	11
50	—	11	10	9

Računska otpornost (R) na tlak ziđa od oklesanog prirodnog kamena i punih betonskih blokova od šljakobetona, jednozrnčanog betona, gipsobetona itd., kod visine reda 180—350 mm, bez posebnih ispitivanja čvrstoće materijala (rad po klasi B) uzima se prema tabeli 12.

TABELA 12

Marka kamena	Marka maltera					
	200	150	100	75	50	25
	a	b	c	d	e	f
1000	130	125	120	115	110	105
800	110	105	100	95	90	85
600	90	85	80	78	75	70
400	65	60	58	55	53	50
200	40	38	35	35	33	30
100	25	25	23	22	20	18
50	—	—	15	14	13	12

Za marke kamena 500, 300, 150, 75, 35 — računska otpornost uzima se interpolacijom iz tabele 12.

Računska otpornost (R) na tlak ziđa od šupljih betonskih blokova od šljakobetona, jednozrnčanog betona, gipsobetona itd. kod visine reda 180—350 mm, bez posebnih ispitivanja čvrstoće materijala (rad po klasi B) uzima se prema tabeli 13.

TABELA 13

Marka blokova	Marka maltera			
	100	75	50	25
	a	b	c	d
200	37	35	32	30
100	20	18	17	16
75	16	15	14	13
50	12	11,5	11	10

Računska otpornost na tlak kod ziđa od prirodnog kamena pravilnog oblika uzima se prema tabeli 12 pomnožena s koeficijentom koji je zavisan o kvaliteti klesanja ležećih površina kamena:

kod ziđa od piljenog kamena i kamena pravilno oklesanog (s istacima do 2 mm) 1,0,

kod ziđa od kamena slabije oklesanog (s istacima do 10 mm) 0,8

kod ziđa od slabo oklesanog (s istacima do 20 mm) 0,7,

kod kiklopskog ziđa 0,6.

Ako se pri izvedbi ziđa ne zadovoljava s popratnim atestima proizvođača građevnog materijala, već se za vrijeme radova obavljaju sistematska kontrolna ispitivanja čvrstoće opeke, kamena, blokova i maltera (klasa rada A) računska otpornost određuje se umnoškom računske otpornosti prema tabelama 11, 12 i 13 s koeficijentima:

Kod osovinskog tlaka

— ziđe od opeke 1,2
— ziđe od blokova od pečene gline s vertikalnim šupljinama 1,2
— ziđe od kamena, betonskih blokova itd. 1,1

Kod osovinskog vlaka, vlaka kod savijanja, smicanja i glavnih vlačnih naprezanja kod savijanja, za sve vrsti ziđa 1,1.

Računska otpornost na tlak kod savijanja (R_{ts}):

za nearmirano ziđe kod ekscentričnog tlaka s velikim ekscentricitetom ($e_0 > 0{,}45\ y$) određuje se prema obrascu:

$$R_{ts} = R \sqrt[3]{\frac{F}{F_t}},$$

za ziđe armirano uzdužnom armaturom kod savijanja i ekscentričnog tlaka s velikim ekscentricitetom — prema obrascu:

$$R_{ts} = 1{,}25\ R,$$

gdje je:

R — računska otpornost na tlak prema tabelama 11, 12 i 13,

F — površina punog presjeka,

F_t — površina tlačnog dijela presjeka kod pravokutnog dijagrama naprezanja.

Računska otpornost ziđa kod lokalnog napona na pritisak, određuje se prema obrascu:

$$R_{lok} = R \sqrt[3]{\frac{F}{F_{lok}}} \leqslant 2\ R$$

F_{lok} — zajednička površina dodira,

F — površina cijelog presjeka.

Računska otpornost ziđa na osovinski vlak (R_v), na vlak kod savijanja ($R_{v.s.}$), na smicanje (R_{sm}) i na glavne vlačne napone kod savijanja (R_{gl}) za sve vrsti ziđa (kod klase rada B):

— kod proračuna s pretpostavkom razaranja zida po sljubnicama (prekrivenim i neprekrivenim), uzima se prema tabeli 14.

TABELA 14

Vrst naponskog stanja	Marka maltera 100—50 a	Marka maltera 25 b
Osovinski vlak (R_v)		
U neprekrivenom presjeku kod svih vrsti zida (normalna prionjivost) (v. sl. 1)	0,8	0,5
U prekrivenom presjeku kod zida od opeka ili kamena pravilnog oblika (v. sl. 2)	1,6	1,1
Vlak kod savijanja ($R_{v\ s}$)		
U neprekrivenom presjeku za sve vrsti zida	1,2	0,8
U prekrivenom presjeku za zide od opeke i kamena pravilnog oblika (v. sl. 3)	2,5	1,6
Smicanje (R_{sm})		
U neprekrivenom presjeku kod svih vrsti zida	1,6	1,1
Glavne vlačne napone kod savijanja (R_{gl})	1,2	0,8

Računska otpornost zida od šupljikavih blokova od pečene gline, kao i zida od šupljih betonskih blokova, smatra se za 25% većom.

Kod odnosa dubine prekrivanja vertikalnih sljubnica susjednih redova prema visini jednog reda manjeg od jedan, računska otpornost zida na osovinski vlak (R_v) i na vlak kod savijanja, u prekrivenom presjeku, za zide od kamena pravilnog oblika uzima se prema tabeli 14 ali se množi s tim odnosom (manjim od jedan).

Kod proračuna s pretpostavkom razaranja po opeci ili kamenu — prema tabeli 15.

TABELA 15

Vrst naponskog stanja	Marka opeke ili kamena 200 a	150 b	100 c	75 d	50 e
Osovinski vlak (R_v)	2,5	2	1,8	1,3	1
Vlak kod savijanja (R_{vs})	4	3	2,5	2	1,6
Smicanje (R_{sm})	10	8	6,5	5,5	4
Glavni vlačni naponi kod savijanja (R_{gl})	4	3	2,5	2	1,6

Računska otpornost armature (R_a) u armirano zidanim konstrukcijama

— za valjani čelik u vrućem stanju ČN 22 $R_a = 1600$ kg/cm²

— za valjani čelik u vrućem stanju ČN 25 $R_a = 2100$ kg/cm²

— za čeličnu žicu izvlačenu u hladno $R_a = 3600$ kg/cm²..

Osnove za proračun. Proračun zidanih i armirano zidanih konstrukcija:

— *prema nosivosti* (čvrstoći i stabilnosti) za sve konstrukcije,

— *prema deformacijama,* za konstrukcije kod kojih veličine deformacija mogu ograničiti upotrebljivost,

— *prema mogućnosti stvaranja* ili otvaranja naprslina, za konstrukcije kod kojih s obzirom na namjenu, mogu se dozvoliti naprsline; naprslina ne smije biti ili otvaranje naprslina mora biti ograničeno.

Za proračun prema nosivosti moraju se uzimati računska opterećenja. Za račun prema deformacijama moraju se uzimati normativna opterećenja. Za proračun prema mogućnosti stvaranja ili otvaranja naprslina mogu se uzeti i normativna i računska opterećenja.

Primjedbe. U slučajevima kada se najnepovoljniji uvjeti proračuna dobiju od minimalne vrijednosti računske uzdužne sile (kod zajedničkog djelovanja tlaka i savijanja, kod velikih ekscentriciteta, smicanja i glavnih vlažnih napona kod savijanja), računska opterećenja od vlastite težine konstrukcije uzimaju se s koeficijentom 0,9. Proračun prema nosivosti objekta u izgradnji mora se provesti na djelovanje normativnog opterećenja od vjetra. Ostala opterećenja uzimaju se s koeficijentom preopterećenja.

Naprezanja u zidanim i armirano zidanim konstrukcijama određuju se prema elastičnom stadiju.

Primjedba: kod statički neodređenih sistema dozvoljava se uzimati u obzir i promjenu u raspodjeli naprezanja, koja je prouzrokovana plastičnim deformacijama.

Proračun prema nosivosti obavlja se kao kod ekscentrično tlačnih elemenata, elemenata opterećenih na savijanje, na centrični vlak, na smicanje i lokalni pritisak odnosno kao proračun zidova od više slojeva raznih materijala, uzimajući u obzir u potrebnim slučajevima plastične deformacije materijala i otvaranje sljubnica u vlačnoj zoni.

Proračun prema deformacijama i prema stvaranju i otvaranju naprslina obavlja se za puni presjek elemenata konstrukcija (ne uzimajući u obzir otvaranje sljubnica u vlačnoj zoni), kao za elastično tijelo.

Kod proračuna prema stvaranju i otvaranju naprslina, vlačne napone (u nearmiranom zidu — rubne i kod armiranog zida — u uzdužnoj vlačnoj armaturi) ograničava se putem množenja računskih otpornosti s koeficijentima uslova rada takvim granicama, kod kojih otvaranje sljubnica zida u vlažnoj zoni neće doseći veličine koje spriječavaju normalno korištenje konstrukcije.

Koeficijenti uslova rada (uslova napona, uslova nosivosti). Kod proračuna zidanih i armirano zidanih konstrukcija, kao i konstrukcija ojačanih armirano betonskim elementima, (kompleksne konstrukcije) primjenjuju se ovi koeficijenti uslova rada:

m — koeficijent uslova rada elemenata konstrukcija;

m_z — koeficijent uslova rada ziđa;

m_b — koeficijent uslova rada betona;

m_a — koeficijent uslova rada armature;

m_{na} — koeficijent uslova rada ziđa kod proračuna na stvaranje naprslina.

Koeficijenti uslova rada elemenata zidanih, armirano zidanih i kompleksnih konstrukcija (m) kod proračuna prema nosivosti, uzimaju se:

— za elemente s površinom presjeka većom od 0,3 m^2 — m = 1,
— za elemente s površinom presjeka 0,3 m^2 i manjom, m = 0,8.

Primjedba: Kod proračuna konstrukcija na opterećenja s kojima će ona biti opterećena nakon duljeg perioda vezanja ziđa (više od godine), kao i na seizmička opterećenja, koeficijenti uslova rada povećavaju se: ako je ziđe opterećeno na tlak za 10%, kod opterećenja ziđa na vlak, savijanje i smicanje, kada se otpornost ziđa određuje silama prionjivosti maltera i kamena u sljubnicama, za 20%.

Koeficijenti uslova rada ziđa (m_z) od opeka, betonskog i prirodnog kamena u zavisnosti o stepenu trajnosti prikazani su u tabeli 16.

TABELA 16

Vrst ziđa	m_z — kod stepena trajnosti		
	I	II	III
Od opeke i blokova od pečene gline	1	1	1
Od betonskog kamena s agregatom od laganih umjetnih sastojina: keramzita, bimsa, šljake iz visokih peći, od šljake od spaljivanja prašinastog ugljena i dr.	1	1	1
Od šljakobetonskog kamena, od spaljivanja antracita i kamenog ugljena u komadima	0,9	1	1
Od šljakobetonskog kamena, od spaljivanja smeđeg i mrkog ugljena u komadima	—	0,8	0,9
Od prirodnog kamena marke 50 i više	1	1	1

Primjedba: stepen trajnosti I, II i III — prema propisima SSSR, NiTu 120/55, određuje se otpornošću kamena na smrzavanje, koju karakterizira broj ciklusa smrzavanja i otapanja kamena u stanju zasićenosti vodom, kojega može izdržati kameni materijal bez smanjenja čvrstoće za više od 25% i bez vanjskih tragova oštećenja (naprslina i slojenje). Za ocjenu otpornosti kamena na smrzavanje ustanovljeni su stepeni u ciklusima smrzavanja 10, 15, 25, 35 i 50 (Mrz).

Tražena otpornost kamena na smrzavanje za vanjske zidove prostorija s normalnom važnošću 25—15—10 (Mrz)

— za vlažne prostorije 35—25—15 Mrz,
— i za mokre prostorije 50—35—35 Mrz.

Koeficijenti uslova rada ziđa i armature kod proračuna konstrukcija iz armiranog ziđa:

Za konstrukcije s mrežastom armaturom:

— za ziđe $m_z = 1$
— za mrežastu armaturu od ČN 22 $m_a = 0,8$
— za mrežastu armaturu od ČN 25 $m_a = 0,7$
— za istegnutu žicu u hladno $m_a = 0,5$.

Za konstrukcije s uzdužnom armaturom:

— za ziđe bez armature u tlačnoj zoni $m_z = 1$
— za ziđe s armaturom u tlačnoj zoni $m_z = 0,85$
— za uzdužnu armaturu od ČN 22 $m_a = 1$
— za uzdužnu armaturu ČN 25 $m_a = 0,9$
— za žicu istegnutu u hladno $m_a = 0,9$
— za savinutu armaturu i vilice $m_a = 0,8$.

Za sidra i vezove u ziđu $m_a = 0,9$.

Za kompleksne konstrukcije:

— za ziđe $m_z = 0,85$
— za beton $m_b = 1$
— za armaturu od ČN 22 $m_a = 1$
— za armaturu od ČN 25 $m_a = 0,9$
— za žicu istegnutu u hladno $m_a = 0,9$
— za savinutu armaturu i vilice $m_a = 0,8$.

Za konstrukcije ojačane obujmicama:

— za neoštećeno ziđe $m_z = 1$
— za ziđe djelomično oštećeno i s naprslinama $m_z = 0,7$
— za armaturu vilica, spirala i poprečnih plosnih željeza od ČN 22 $m_a = 0,8$
— za isto , samo od ČN 25 $m_a = 0,7$
— za isto, od žice istegnute u hladno $m_a = 0,5$.

Za uzdužnu armaturu i uzdužne elemente čeličnih obujmica od ČN 22 i ČN 25:

— bez neposrednog opterećenja obujmica $m_a = 0,2$
— kod neposrednog opterećenja obujmice s jedne strane $m_a = 0,6$
— kod dvostranog opterećenja obujmice za zajedničku nosivost sa ziđem, koeficijenti uslova rada uzimaju se kao za kompleksne konstrukcije

Za beton:

— bez neposrednog opterećenja obujmica $m_b = 0,35$
— kod neposrednog opterećenja obujmica s jedne strane $m_b = 0,7$.

Koeficijenti uslova rada za ziđe (m_{na}) kod proračuna nearmiranih zidanih konstrukcija na stvaranje naprslina (u sljubnicama ziđa) uzimaju se prema tabeli 17.

TABELA 17

Vrst naponskog stanja zida	Koeficijanti uslova rada (m_{na}) kod stepena trajnosti		
	I	II	III
Ziđe nearmirano ekscentrično opterećeno na vlak	1,5	2	3
Isto, s hidroizolacionom žbukom za konstrukcije opterećene s hidrostatskim tlakom	1,2	1,5	2
Isto, s otpornom žbukom na kiseline ili s oblaganjem lijepljenim vodenim staklom	0,8	1	1
Isto, s dekorativnom žbukom	1,2	1,2	—

Primjedba: Koeficijenti uslova rada na stvaranje naprslina (m_{na}) kod proračuna uzdužno armiranog zida na ekscentrični tlak, savijanje, na osovinski i ekscentrični vlak i na glavne vlačne napone kod savijanja, uzimaju se prema tabeli 17, s koeficijentima:

— kod $p \geqslant 0{,}10\%$ $K = 1{,}25$,
— kod $p \leqslant 0{,}05\%$ $K = 1$.

Kod procenta armiranja unutar intervala — interpolacijom, prema formuli:

$$K = 0{,}75 + 5\,p.$$

Koeficijenti uslova rada armature (od čelika ČN 22) (m_a) kod proračuna uzdužno armiranih zidanih konstrukcija na stvaranje naprslina u uslovima za armaturu agresivne sredine uzimaju se prema tabeli 18.

Primjedba: Kod armiranja s čelikom ČN 25 koeficijenti uslova rada armature smanjuju se za 20% i žice izvlačene u hladno za 50%.

Proračun elemenata zidanih konstrukcija prema nosivosti. Centralno tlačeni elementi. Proračun elemenata nearmiranih zidanih konstrukcija obavlja se prema formuli:

$$N \leqslant m \cdot m_z \cdot \varphi \cdot R \cdot F \qquad (1)$$

gdje je:

N — računska uzdužna sila;
m — koeficijent uslova rada elemenata konstrukcije;
m_z — koeficijent uslova rada zida;
φ — koeficijent izvijanja (prema tabeli 19);
R — računska otpornost na tlak;
F — površina presjeka elemenata.

Vrijednosti koeficijenata izvijanja φ (prema tabeli 19) su u zavisnosti od elastične karakteristike zida α i vitkosti β ili λ

$$\beta = \frac{lo}{a}\sqrt{\frac{1000}{\alpha}}\,; \quad \lambda = \frac{lo}{r}\sqrt{\frac{1000}{\alpha}}$$

gdje je:

lo — računska visina konstrukcije;
a — manja strana pravokutnog presjeka;
r — radijus inercije presjeka;
α — elastična karakteristika zida.

Računska visina konstrukcije za određivanje koeficijenta izvijanja zavisna je o krutosti gornjeg uporišta:

TABELA 18

Vrst konstrukcije	Vrst naponskog stanja	Koef. uslova rada (m_a) kod stepena trajnosti		
		I	II	III
Uzdužno armirani elementi opterećeni na savijanje i vlak u uslovima agresivnim za armaturu sredine	a) Razvlačenje zida u horiz. smjeru (u prekrivenom presjeku)	0,25	0,35	0,35
	b) Razvlačenje zida u vertikal. smjeru (u neprekrivenom presjeku)	0,15	0,20	0,20
Uzdužno armirane posude uz uvjetovanu nepropusnost	a) Hidroizolaciona cementna žbuka	0,10	0,15	0,20
	b) Žbuka otporna na kiseline na vodenom staklu i obloženje pločicama s malterom otpornim na kiseline	0,07	0,09	0,09
	c) Dvo- i troslojno oblaganje pravokutnim pločicama s malterom otpornim na kiseline.			
	Razvlačenje uz dulju stranu pločica	0,17	0,20	0,20
	Razvlačenje uz kraću stranu pločica	0,10	0,15	0,15

— kod nepokretnog gornjeg uporišta lo = H
— kod elastičnog gornjeg uporišta:
za jednopoljne zgrade lo = 1,50 H
za višepoljne zgrade lo = 1,25 H
— za slobodno stojeće konstrukcije, kad ne postoje ankerske veze sa stropovima lo = 2 H
gdje je H — razmak između stropova ili drugih horizontalnih uporišta.

TABELA 19

Vitkost β	λ	φ	Vitkost β	λ	φ	Vitkost β	λ	φ
4	14	0,99	15	52,5	0,77	34	118	0,39
5	17,5	0,98	16	56	0,74	36	125	0,36
6	21	0,96	17	59,5	0,72	38	132	0,34
7	24,5	0,94	18	68	0,70	40	139	0,32
8	28	0,92	20	70	0,65	42	146	0,30
9	31,5	0,90	22	76	0,61	44	153	0,28
10	35	0,88	24	83	0,56	46	160	0,26
11	38,5	0,86	26	90	0,53	48	166	0,24
12	42	0,84	28	97	0,49	50	173	0,23
13	45,5	0,81	30	104	0,45	52	180	0,22
14	49	0,79	32	111	0,42	54	187	0,21

Kod zidova i stupova, koji imaju kruto gornje uporište, u gornjim presjecima sa izvijanjem nije potrebno računati (φ = 1).

Kod proračuna presjeka do uporišta dužine do 1/3 visine dozvoljeno je smatrati koeficijent promjenjivim od 1 do računske vrijednosti φ, koji se mijenja po zakonu pravca, dok u granicama srednje trećine elementa — konstantnim, jednakim računskoj vrijednosti.

Primjedba: Određivanje koeficijenta φ za zidove i stupove, koji imaju po dužini promjenljivi presjek, kod nepokretnog gornjeg uporišta obavlja se kao za presjek u srednjoj trećini visine elementa.

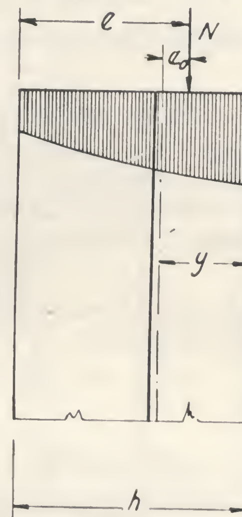
Za zidove i stupove, koji imaju elastično gornje uporište ili slobodno stojeće, koeficijent φ određuje se prema donjem presjeku i cijeloj visini elementa (H). U tom slučaju kod proračuna gornjih dijelova zidova i stupova, koji imaju manje dimenzije poprečnog presjeka, koeficijent izvijanja uzima se prema poprečnom presjeku i visini (H) gornjeg dijela.

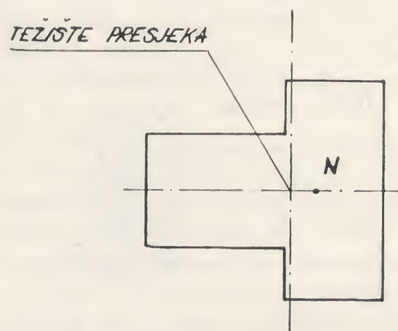
Kod zidova koji su oslabljeni žljebovima, kod proračuna uzima se koeficijent φ prema vitkosti zida. Kod uskih pilova, čija je širina manja od debljine zida, mora se obaviti kontrola pilova i na izvijanje u ravnini zida; kod toga se kao visina elemenata uzima visina otvora.

Za zidove, koji su učvršćeni po konturu, kod dužine zida l manjoj od dvostruke visine h, dozvoljava se uzeti povećanje stabilnosti, uzimajući računsku visinu zida po formuli:

$$l_0 = \frac{h}{1 + \frac{h}{l}} \quad (2)$$

Kod toga oslabljenje zida žljebovima u vertikalnom kao i u horizontalnom presjeku ne smije biti veće od 40% a djelujuća naprezanja u promatranom zidu i priključenih k njemu, ne smiju se razlikovati za više od 2 puta.





Sl. 4

Ekscentrični tlak. Proračun ekscentrično tlačenih elemenata nearmiranog zida kod malih ekscentriciteta $e_0 \leqslant 0,45$ y je prema formuli:

$$N \leqslant \frac{m \cdot m_z \varphi \cdot R \cdot So}{e} = \frac{m \cdot m_z \varphi \cdot R. F.}{1 + \frac{e_0}{h - y}} \quad (3)$$

ili za pravokutni presjek:

$$N = \frac{m \cdot m_z \cdot \varphi \cdot R. F.}{1 + \frac{2 e_0}{h}} \quad (4)$$

gdje je:

e — ekscentricitet uzdužne sile N, s obzirom na manje napregnuti rub presjeka;

e_0 — ekscentricitet uzdužne sile N, s obzirom na težište presjeka;

h — visina presjeka;

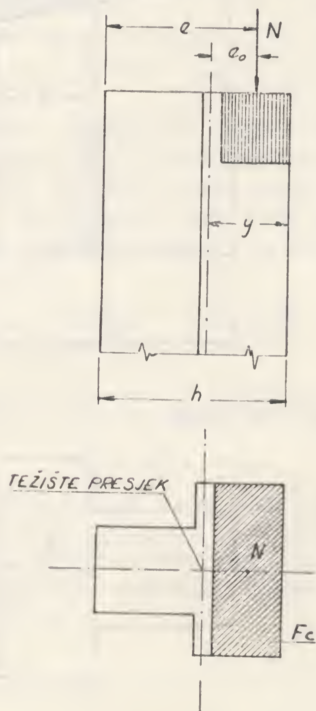
y — udaljenost težišta presjeka do više napregnutog ruba;

φ — koeficijent izvijanja.

Proračun ekscentrično tlačenih elemenata nearmiranog zida kod velikih ekscentriciteta (sl. 5) gdje je $e_0 > 0{,}45$ y, obavlja se prema formuli:

$$N \leqslant m \cdot m_z \cdot \varphi_s \cdot R_{ts} \cdot F_t = $$

$$= m \cdot m_z \varphi_s \cdot R \cdot F_t \sqrt[3]{\frac{F}{F_t}} \qquad (5)$$



Sl. 5

$$\text{gdje je: } R_{ts} = R \cdot \sqrt[3]{\frac{F}{F_t}} \quad \text{i} \quad \varphi_s = \frac{\varphi + \varphi_t}{2}$$

Za pravokutni presjek:

$$F_t = F \cdot \left(1 - \frac{2\,e_0}{h}\right) \quad \text{i} \quad \beta_t = \frac{h'}{h - 2\,e_0}$$

$$N \leqslant m \cdot m_z \cdot \varphi_s R.\,F. \sqrt[3]{\left(1 - \frac{2\,e_0}{h}\right)^2} \qquad (6)$$

Za »T« presjek kod $e_0 > 0{,}45$ y može se približno uzeti:

$$F_t = 2\,(y - e_0) \cdot b$$

$$\beta_t = \frac{h'}{2\,(y - e_0)}.$$

b — širina presjeka (u zavisnosti o smjeru ekscentriciteta);

F_t — površina tlačnog dijela presjeka kod pravokutnog dijagrama naprezanja;

φ — koeficijent izvijanja za cijeli presjek;

φ_t — koeficijent izvijanja za dio presjeka F_t, koji se određuje vitkošću $\beta_t = \frac{h'}{a_t}$ ili $\lambda_t = \frac{h'}{r_t}$

gdje je

h' — visina dijela elementa s dijagramom momenta istog smjera;

a_t i r_t — visina i radijus inercije dijela površine presjeka F_t.

Za pojednostavljenje proračuna dozvoljeno je određivati φ_t bez konstruiranja dijagrama momenta, kod dijagrama M koji minjenja predznak:

$$h' = \frac{1}{2}\,H.$$

Kod $e_0 > e_{gr}$ (v. tab. 23) mora se još proračunati vlačne zone presjeka na stvaranje naprslina.

Primjedba: Formulama za velike ekscentricitete može se koristiti i kod malih ekscentriciteta, uzimajući $\varphi_s = \varphi$. Formule za određivanje dijela presjeka zida F_t za neke složene presjeke date su u prilogu.

Elementi opterećeni na savijanje. Proračun elemenata na savijanje obavlja se prema formuli:

$$M \leqslant m \cdot m_z \cdot R_{vs} \cdot W \qquad (7)$$

M — računski moment savijanja;

W — moment otpora presjeka zida;

R_{vs} — računska otpornost zida na vlak kod savijanja u prekrivenom presjeku.

Proračun elemenata opterećenih na savijanje na poprečnu silu obavlja se prema formuli:

$$Q \leqslant m \cdot m_z R_{g1} \cdot b \cdot z \qquad (8)$$

b — širina presjeka,

z — krak unutarnjeg para sila ($z = \frac{J}{S}$ za pravokutni presjek $z = \frac{2}{3}$ h)

Elementi opterećeni na centrički vlak. Proračun elemenata na centrični vlak obavlja se prema formuli:

$$N \leqslant m \cdot m_z \cdot R_v \cdot F \qquad (9)$$

R_v — računska otpornost zida na vlak u prekrivenom presjeku.

Primjedba: Ne dozvoljava se projektiranje zidanih konstrukcija na centrični vlak u neprekrivenom presjeku.

Smicanje i lokalni pritisak. Proračun elemenata na smicanje kod nearmiranog zida obavlja se prema formuli:

$$Q \leqslant m \cdot m_z \cdot (R_{sm} + 0{,}8 \cdot f \cdot \sigma_0)\,F \qquad (10)$$

gdje je:

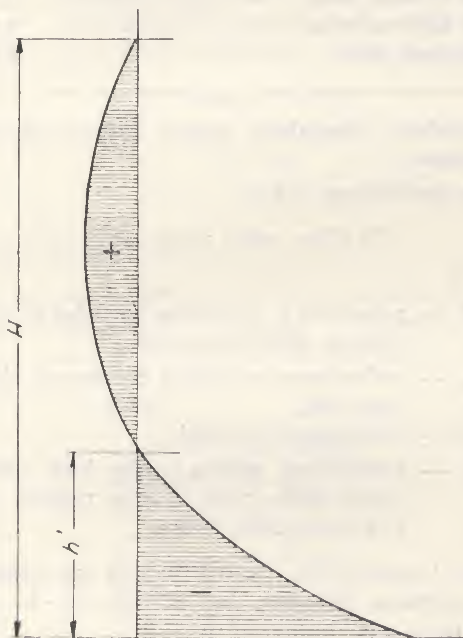
f — koeficijent trenja u sljubnici ziđa, koji se uzima: za ziđe od pune opeke i punog kamena pravilnog oblika — 0,7, a za ziđe od šuplje opeke i blokova s vertikalnim šupljinama — 0,3.

σ_o — srednje tlačno naprezanje kod najmanjeg uzdužnog opterećenja (s koeficijentom preopterećennja n = 0,9).

R_{sm} — računska otpornost na smicanje.

Proračun presjeka kod lokalnog pritiska u slučaju koncentriranja opterećenja na dijelu površine presjeka obavlja se prema formuli:

$$N \leqslant m \cdot m_z \, \mu \, R_{lok} \cdot F_{lok} \qquad (11)$$



Sl. 6

gdje je:

R_{lok} — računska otpornost ziđa kod lokalnog pritiska, koja se određuje prema formuli:

$$R_{lok} = R \sqrt[3]{\frac{F}{F_{lok}}} \leqslant 2\,R \qquad (12)$$

F_{lok} — površina lokalnog pritiska, koja prima cijelo opterećenje;

F — računska površina presjeka;

μ — koeficijent jednoličnosti dijagrama pritiska od lokalnog opterećenja. Kod kontinuiranog rasprostiranja tereta $\mu = 1$. Kod trokutnog dijagrama u jednom od smjerova $\mu = 0{,}5$.

Primjedba: Koeficijentom jednoličnosti dijagrama pritiska zove se odnos površine dijagrama pritiska prema površini $\sigma_{max} \cdot F_{lok}$.

Gdje je:

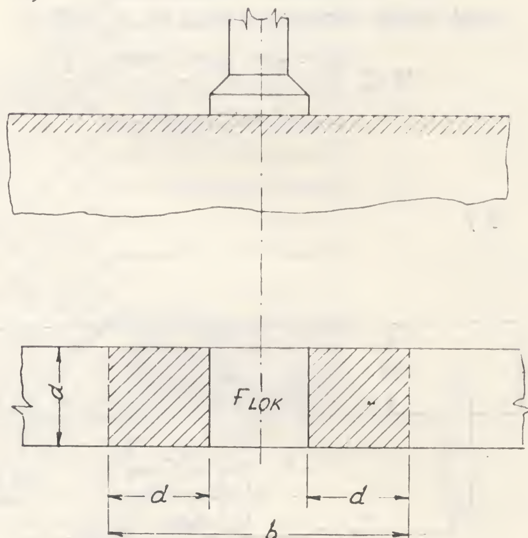
σ_{max} — maksimalna ordinata dijagrama pritiska.

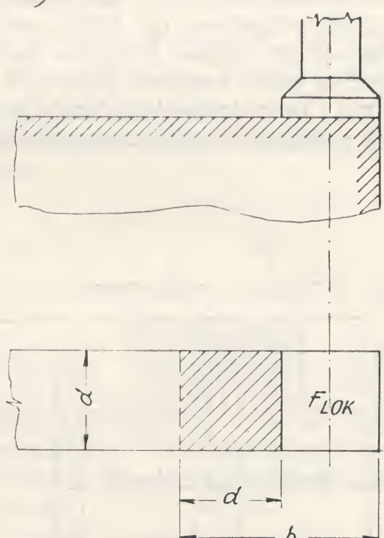
Kod određivanja računske površine presjeka F potrebno je pridržavati se smjernica:

— Kod lokalnog opterećenja zidova kao računska površina presjeka smatra se površina lokalnog opterećenja povećana sa svake strane za debljinu zida (v. sl. 7a).

— Kod lokalnog rubnog opterećenja zida kao računsku površinu presjeka mora se smatrati površinu neposredno opterećenog zida povećanu za dužinu jednaku debljini zida (v. sl. 7b).

— Kod lokalnog opterećenja zida stropnim gredama na međusobnom razmaku manjem od dvostruke debljine zida, kao računska površina presjeka smatra se površina presjeka ograničena osima susjednih polja između greda. (v. sl. 8a).





Sl. 7

— Ako je međusobni razmak greda veći od dvostruke debljine zida, kao računska površina presjeka smatra se površina zida dužine dvostruke debljine zida. (v. sl. 8b).

Proračun zidova od više slojeva raznih materijala. Kod proračuna zidova od više slojeva raznog materijala os zida uzima se prema težištu presjeka reduciranog na jedan materijal (F_{red}).

Kod redukcije presjeka na jedan materijal debljina slojeva uzima se stvarna, dok širina slojeva mijenja se proporcionalno odnosu računskih otpornosti na centrični tlak pojedinih materijala.

$$b_{red} = b \cdot \frac{R_1}{R_2} \qquad (13)$$

gdje je:

b_{red} — reducirana širina sloja;

b — stvarna širina sloja;

R_1 — računska otpornost materijala sloja;

R_2 — računska otpornost materijala, sloja, prema kojem se reducira.

Proračun višeslojnih zidova sa simetričnim ili nesimetričnim položajem različitih slojeva obavlja se prema reduciranoj računskoj otpornosti. (R_{red}).

$$R_{red} = \frac{m_1 \cdot R_1 \cdot F_1 + m_2 \cdot R_2 \cdot F_2}{F_1 + F_2} \qquad (14)$$

gdje je:

F_1 i F_2 — površina presjeka slojeva različitog materijala;

R_1 i R_2 — računska otpornost na tlak različitih materijala slojeva;

m_1 i m_2 — koeficijenti uslova rada koji uzimaju u obzir korištenje materijala pojedinih slojeva višeslojnog zida.

Primjedba. Zidovi sa nasipanim slojevima, s ispunama od materijala slabe otpornosti i s jednostranom termoizolacijom od lakih betona ispod M. 15, računaju se prema presjeku nosivost zida ne uzimajući u obzir nosivost ispune ili termoizolacije. Ispune i termoizolacije uzimaju se samo kao opterećenje s odgovarajućim ekscentricitetom. Koeficijenti izvijanja uzimaju se kao kod višeslojnih zidova s nasipanim šupljinama.

Koeficijenti iskorištavanja otpornosti materijala pojedinih slojeva višeslojnog zida:

TABELA 20

Vrst zida	Za sloj zida od opeke	Za slojeve od drugih materijala
Zide od opeke s primjenom lakog betona		
M 10 na više	1	0,6
Za sloj M 25 na više	0,9	1
Za sloj M 15 na više	1	0,9
Za sloj ispod M 15	1	0,5

Proračun višeslojnih zidova računa se prema formulama:

kod centričnog tlaka

$$N \leqslant m \cdot m_z \cdot m_0 \, \varphi \cdot R_{red} \cdot F \qquad (15)$$

gdje je:

F — zajednička površina presjeka nosivih slojeva višeslojnog zida,

R_{red} — reducirana računska otpornost višeslojnog zida,

φ — koeficijent izvijanja,

m_0 — koeficijent uslova rada, koji uzima u obzir upliv prekrivanja redova opeke kod centričnog tlaka.

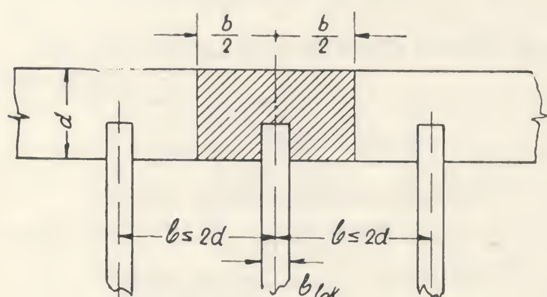
Kod vezanja zida uzdužnjacima na međusobnom razmaku manjem od 40 cm (3—5 redova opeke ili 2 reda kamena) $m_0 = 1$,

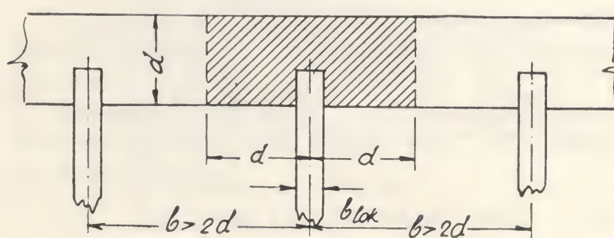
kod razmaka većeg od 40 cm, a manjeg od 62 cm (6—8 redova opeke ili 3 reda kamena) — $m_0 = 0,9$.

kod ekscentričnog tlaka:

kod malih ekscentriciteta ($e_0 \leqslant 0,45$ y)

$$N \leqslant \frac{m \cdot m_z \cdot m_v \cdot \varphi R_{red} \cdot F}{1 + \frac{e_0}{h - y}} \qquad (16)$$





Sl. 8

kod velikih ekscentriciteta ($e_0 \geqslant 0,45$ y)

$$N \leqslant m \cdot m_z \cdot m_v \varphi_v \cdot R_{red} \cdot F \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{F_{lred}}{F_{red}}\right)^2} \quad (17)$$

gdje je:

e_0 — ekscentricitet s obzirom na os reduciranog presjeka,

h — visina presjeka,

y — udaljenost težišta reduciranog presjeka do ruba presjeka na stranu ekscentriciteta,

F_{red} — površina presjeka reduciranog na jedan materijal,

$F_{l,red}$ — dio površine reduciranog presjeka, koja uravnotežuje ekscentričnu silu, kod pravokutnog dijagrama naprezanja, i koja se približno određuje prema formuli:

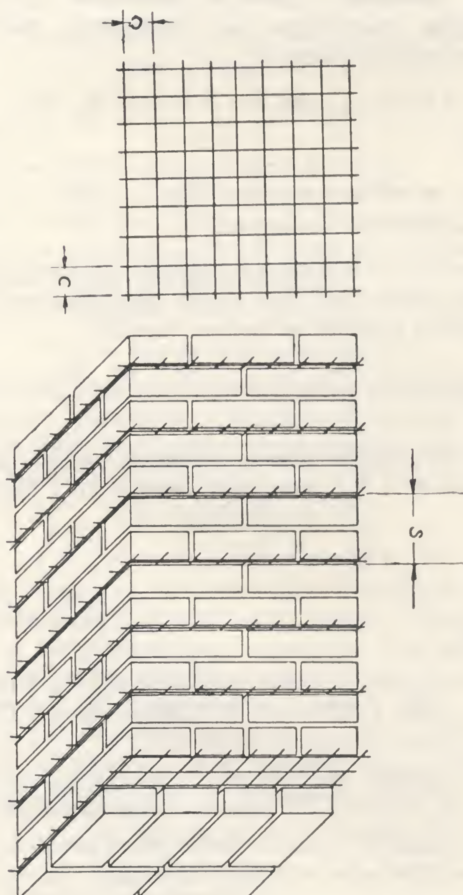
$$F_{l,red} \approx 2\, b_{red}\, (y - e_0) \quad (18)$$

$$\varphi_v = \frac{\varphi - \varphi_t}{2}$$

gdje je:

φ — koeficijent izvijanja za presjek F_{red},

φ_t — koeficijent izvijanja za presjek $F_{l,red}$, koji se približno može odrediti za vitkost



Sl. 9

$$\beta = \frac{h'}{2\,(y - e_0)},$$

b_{red} — širina jačetlačnog dijela reduciranog presjeka,

m_v — koeficijent uslova rada, koji uzima u obzir upliv vezanja zida kod ekscentričnog tlaka:

$$m_v = m_0 \left(1 - \frac{e_0}{4\,y}\right) \quad (19)$$

Primjedba. Kod višeslojnih zidova s oblogama, ekscentricitet uzdužne sile e na stranu obloge ne smije biti veći od 0,5 y.

Kod proračuna višeslojnih zidova s vezanjem uzdužnjacima i različitim ispunama ili s metalnim vezama i ispunom od betona M 7 naviše, koeficijente izvijanja uzima se prema elastičnoj karakteristici materijala vanjskih stijenki, kao za puni presjek zida. Kod različitih materijala vanjskih stijenki uzima se niža vrijednost elastične karakteristike zida.

Primjedba. Kod zida s oblogama kod debljine sloja obloge ispod 10% od ukupne debljine zida koeficijent izvijanja uzima se prema elastičnoj karakteristici osnovnog materijala zida, dok vitkost prema ukupnoj debljini zida s oblogom.

Kod višeslojnih zidova s metalnim vezama (bez uzdužnjaka) s nasipanim šupljinama, s termoizolacijama ili ispunama betonom niskih marki, svaka grana zida (sloj) smatra se da nosi samostalno djelujuće opterećenje. Koeficijent izvijanja uzima se kao srednja veličina od dvije vrijednosti φ, određenih za cijelu debljinu zida i za jednu (tanju) vanjsku stijenku.

Proračun elemenata armiranih zidanih konstrukcija prema nosivosti.

Elementi armirani mrežicama.

Centralno tlačeni elementi.

Proračun elemenata armiranih mrežicama na centrični tlak obavlja se prema formuli:

$$N \leqslant m \cdot m_z \cdot \varphi \cdot R_{az} \cdot F \quad (20)$$

gdje je:

φ — koeficijent izvijanja,

R_{az} — računska otpornost na tlak armiranog zida.

$$R_{az} = R + \frac{2\,p \cdot m_a \cdot R_a}{100}$$

kod čvrstoće maltera ispod 50 kg/cm²

$$R_{az} = R + \frac{2\,p \cdot m_a \cdot R_a}{100} \cdot \frac{R}{R_{50}} \quad (21)$$

R — računska otpornost nearmiranog zida u promatranoj dobi stvrdnjavanja,

R_{50} — računska otpornost zida kod marke maltera 50,

R_a — računska otpornost armature,

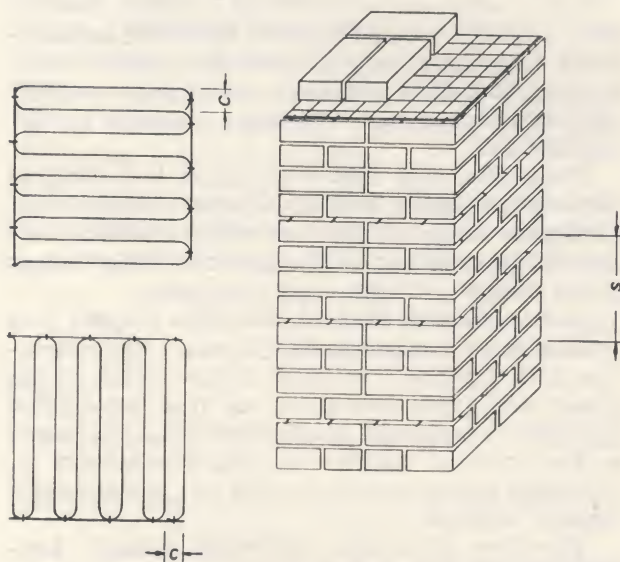
m_a — koeficijent uslova rada armature,

p — procent armiranja prema volumenu $\left(\frac{V_a}{V_z} \cdot 100\right)$, za dvadratne mrežice od armature presjeka f_a s okancima mreže C kod međusobnog razmaka mrežica po visini s (vidi sl. 9).

$$p = \frac{2 f_a}{c \cdot s} \cdot 100$$

Elestična karakteristika ziđa armiranog mrežicama kod određivanja koeficijenta izvijanja φ uzima se kako je to već opisano.

Primjedba. Kod armiranja mrežom »cik-cak« (sl. 10) za razmak između mrežica uzima se razmak između mreža istog smjera.



Sl. 10

Ekscentrično tlačeni elementi. Proračun ekscentrično tlačenih elemenata s mrežastom armaturom kod malih ekscentriciteta (u granicama jezgre presjeka) obavlja se prema formuli:

$$N \leqslant \frac{m \cdot m_z \cdot \varphi \cdot R_{azs} \cdot S_0}{e} = \frac{m \cdot m_z \cdot \varphi \cdot R_{azs} \cdot F}{1 + \frac{e_0}{h - y}} \qquad (22)$$

gdje je:

e — ekscentricitet uzdužne sile N s obzirom na manje napregnuti rub presjeka,

e_0 — ekscentricitet uzdužne sile N s obzirom na težište presjeka,

h — visina presjeka,

y — razmak od težišta presjeka do ruba presjeka na strani ekscentriciteta,

ili za pravokutni presjek:

$$N \leqslant \frac{m \cdot m_z \cdot \varphi R_{azs} \cdot F}{1 + \frac{2 e_0}{h}} \qquad (23)$$

gdje je:

$$R_{azs} = R + \frac{2 p \cdot m_a \cdot R_a}{100} \cdot \left(1 - \frac{2 e_0}{y}\right)$$

kod čvrstoće maltera ispod 50 kg/cm²:

$$R_{azs} = R + \frac{2 p \cdot m_a \cdot R_a}{100} \cdot \frac{R}{R_{50}} \cdot \left(1 - \frac{2 e_0}{y}\right) \qquad (24)$$

R_{azs} — računska otpornost na tlak armiranog ziđa kod ekscentričnog tlaka,

R_{50} — računska otpornost ziđa kod marke maltera 50;

p — procent armiranja.

Primjedba. Kod velikih ekscentriciteta armiranje mrežicama ne povećava čvrstoću ziđa i proračun se obavlja prema formulama za nearmirano ziđe.

Elementi s uzdužnom armaturom. Centralno tlačeni elementi. Proračun elemenata armiranih uzdužnom armaturom kod centričnog tlaka računa se prema formuli:

$$N \leqslant m \cdot \varphi \cdot (m_z R \cdot F + m_a \cdot R_a \cdot F_a) \qquad (25)$$

gdje je:

F — površina presjeka ziđa,

F_a — površina armature.

Proračun ekscentrično tlačenih elemenata s uzdužnom armaturom kod malih akcentriciteta (kod $S_t \geqslant 0{,}8\, S_0$) obavlja se prema formuli:

$$N \leqslant \frac{m \cdot \varphi \cdot (m_z R \cdot S_0 + m_a \cdot R_a \cdot S_a)}{e} \qquad (26)$$

Ako je uzdužna sila N priložena između težišta armatura F_a i F_a', mora biti zadovoljen i dopunski uvjet.

$$N \leqslant \frac{m \cdot \varphi (m_z \cdot R \cdot S_0' + m_a \cdot R_a \cdot S_a')}{e'} \qquad (27)$$

gdje je:

S_0 — statički moment površine cijelog presjeka zida s obzirom na težište manje tlačene (ili vlačne) armature Fa,

S_0' — statički moment površine cijelog presjeka s obzirom na težište tlačne armature F'_a,

S_t — statički moment tlačne zone presjeka zida s obzirom na težište armature Fa,

S_a — statički moment površine presjeka armature Fa s obzirom na težište armature F'_a,

S_a' — statički moment površine presjeka armature F'_a s obzirom na težište presjeka vlačne armature Fa,

e — udaljenost od tačke djelovanja sile N do težišta armature Fa,

e' — udaljenost od tačke djelovanja sile N do težišta armature Fa'.

Proračun ekscentrično tlačenih elemenata s jednostrukom armaturom (kada F'_a ne postoji) kod malih ekscentriciteta računa se prema formuli:

$$N \leqslant \frac{m \cdot m_z \cdot \varphi \cdot R \cdot S_0}{e} \quad (28)$$

Kod proračuna na ekscentrični tlak kod malih ekscentriciteta obavezna je kontrola uvjeta da je $S_t \geqslant 0{,}8\, S_0$, kod toga položaj neutralne linije mora se odrediti po formuli (33) ili kod jednostruke armature po formuli (35).

Proračun ekscentrično tlačenih elemenata pravokutnog presjeka s uzdužnom armaturom kod malih ekscentriciteta (kod $x \geqslant 0{,}55\, h_0$) računa se prema formuli:

$$N \leqslant \frac{m \cdot \varphi \cdot [0{,}5 \cdot m_z \cdot R \cdot b \cdot b^2_0 + m_a \cdot R_a F_a' \cdot (h_0 - a')]}{e} \quad (29)$$

Ako sila N djeluje između težišta armature F_a i F_a', mora biti zadovoljen dopunski uvjet:

$$N \leqslant \frac{m \cdot \varphi \cdot [0{,}5 \cdot m_z \cdot R \cdot b \cdot h_0'^2 + m_a \cdot R_a \cdot F_a \cdot (h_0 - a)]}{e'} \quad (30)$$

gdje je:

b — širina pravokutnog presjeka,
x — visina tlačnog dijela presjeka,
a' — debljina zaštitnog sloja armature F_a',
a — debljina zaštitnog sloja armature F_a,
h — cijela visina presjeka,
h_0 i h_0' — računska visina presjeka
($h_0 = h - a$ i $h_0' = h - a'$).

Proračun elemenata pravokutnog presjeka s jednostrukom armaturom na ekscentrični tlak (kada F_a' ne postoji) kod malih ekscentriciteta obavlja se prema formuli:

$$N \leqslant \frac{m \cdot m_z \varphi \cdot R \cdot b \cdot h_0^2}{2\, e} \quad (31)$$

Kod proračuna elemenata pravokutnog presjeka na ekscentrični tlak kod malih ekscentriciteta obavezna je kontrola uvjeta $x \geqslant 0{,}55\, h_0$, kod toga veličina x mora se odrediti prema formuli (37), a kod jednostruke armature prema formuli (39).

Proračun ekscentrično tlačenih elemenata s uzdužnom armaturom kod velikih ekscentriciteta (kod $S_t < 0{,}8\, S_0$) obavlja se prema formuli:

$$N \leqslant m \cdot \varphi \cdot (m_z \cdot R_{ts} \cdot F_t + m_a \cdot R_a \cdot F_a' - m_a \cdot R_a \cdot F_a) \quad (32)$$

kod toga položaj neutralne osi određuje se jednadžbom:

$$m_z \cdot R_{ts} \cdot S_{tN} \pm m_a \cdot R_a \cdot F_a' \cdot e' - m_a \cdot R_a \cdot F_a \cdot e = 0 \quad (33)$$

gdje je:

S_{tN} — statički moment tlačne zone presjeka ziđa s obzirom na hvatište sile N.

Krak unutarnjeg para sila z (udaljenost od težišta tlačne zone presjeka do težišta armature F_a) mora zadovoljavati uvjet:

$$z \leqslant h_0 - a'$$

Primjedba. U formuli (33) predznak plus uzima se ako uzdužna sila djeluje izvan udaljenosti između težišta armature F_a i F_a', i predznak minus uzima se ako uzdužna sila djeluje između težišta armature F_a i F_a'.

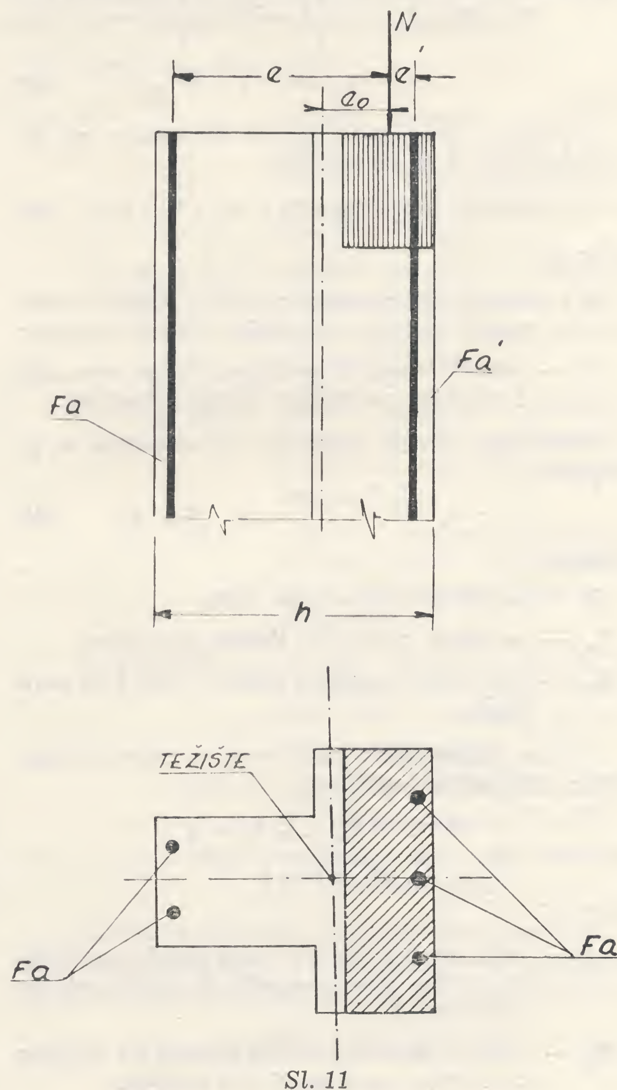
Proračun eksentrično tlačenih elemenata s jednostrukom armaturom (kada F_a' ne postoji) kod velikih ekscentriciteta računa se prema formuli:

$$N \leqslant m \cdot \varphi \cdot (m_z \cdot R_{ts} \cdot F_t - m_a \cdot R_a \cdot F_a) \quad (34)$$

Kod toga položaj neutralne osi određuje se iz jednadžbe:

$$m_z \cdot R_{ts} \cdot S_{tN} - m_a \cdot R_a \cdot F_a \cdot e = 0 \quad (35)$$

Proračun ekscentrično tlačenih elemenata pravokutnog presjeka s uzdužnom armaturom kod ve-



Sl. 11

likih ekscentriciteta (kod $x < 0{,}55\, h_0$) računa se prema formuli.

Položaj neutralne osi određuje se iz jednadžbe:

$$m_z \cdot R_{ts} \cdot b \cdot x \cdot \left(e - h_0 + \frac{x}{2}\right) \pm$$

$$\pm\, m_a \cdot R_a \cdot F_a' \cdot e' - m_a \cdot R_a \cdot F_a \cdot e = 0 \qquad (37)$$

Visina tlačne zone x mora zadovoljavati uvjetu:

$$x \geqslant 2\, a'.$$

Primjedba: Predznaci plus ili minus u formuli (37) uzimaju se prema tumačenju u primjedbi kod formule (33).

Proračun ekscentrično tlačenih elemenata pravokutnog presjeka s jednostrukom armaturom (kada F_a' ne postoji) kod velikih ekscentriciteta računa se prema formuli:

$$N \leqslant m \cdot \varphi \cdot (m_z \cdot R_{ts} \cdot b \cdot x - m_a \cdot R_a \cdot F_a) \qquad (38)$$

Kod toga položaj neutralne osi određuje se jednadžbom:

$$m_z \cdot R_{ts} \cdot b \cdot x \cdot \left(e - h_0 + \frac{x}{2}\right) -$$

$$- m_a \cdot R_a \cdot F_a \cdot e = 0 \qquad (39)$$

Proračun armiranih zidanih elemenata na savijanje obavlja se po formuli:

$$M \leqslant m \cdot (m_z \cdot R_{ts} \cdot S_t + m_a \cdot R_a \cdot S_a) \qquad (40)$$

gdje je:

S_a — statistički moment površine tlačne armature s obzirom na težište vlačne armature,

S_t — statički moment površine tlačne zone ziđa s obzirom na težište vlačne armature.

Kod toga položaj neutralne osi određuje se po formuli:

$$m_a \cdot R_a \cdot (F_a - F_a') = m_z \cdot R_{ts} \cdot F_t \qquad (41)$$

gdje je:

F_t — površina tlačne zone ziđa,

F_a' — površina presjeka tlačne armature,

R_{ts} — računska otpornost ziđa na tlak kod savijanja.

Visina tlačne zone ziđa mora u svim slučajevima zadovoljiti uvjetima:

$$S_t < 0{,}8\, S_0; \quad z \leqslant h_0 - a'$$

$$h_0 = h - a$$

gdje je:

z — krak unutarnjeg para sila (udaljenost težišta tlačne zone presjeka do težišta vlačne armature F_a,

S_0 — statički moment cijelog presjeka s obzirom na manje napregnuti rub presjeka.

Proračun elemenata s jednostranom gipkom armaturom na savijanje računa se prema formuli:

$$M \leqslant m \cdot m_z \cdot R_{ts}\, S_t \qquad (42)$$

Kod toka položaja neutralne osi određuje se prema formuli:

$$m_a \cdot R_a \cdot F_a = m_z \cdot R_{ts} \cdot F_t \qquad (43)$$

Primjedba. Upotreba tlačne armature u elementima opterećenim na savijanje može biti dopuštena u iznimnim slučajevima; kod ograničene visine presjeka, ako postoji mogućnost djelovanja momenata savijanja protivnih predznaka ili nekih posebnih uvjeta.

Proračun armiranih elemenata pravokutnog presjeka s gipkom armaturom na savijanje računa se prema formulama:

Kod dvostruke armature:

$$M \leqslant m \cdot [m_z \cdot R_{ts} \cdot b \cdot x \cdot \left(h_0 - \frac{x}{2}\right) +$$

$$+ m_a \cdot R_a \cdot F_a' \cdot (h_0 - a')] \qquad (44)$$

Kod toga položaj neutralne osi određuje se prema formuli:

$$m_a \cdot R_a \cdot (F_a - F_a') = m_z \cdot R_{ts} \cdot b \cdot x \qquad (45)$$

gdje je:

b — širina pravokutnog presjeka,

x — visina tlačne zone presjeka,

h_0 — h — a.

Kod jednostrane armature:

$$M \leqslant m \cdot m_z \cdot R_{ts} \cdot b \cdot x \cdot \left(h - \frac{x}{2}\right) \qquad (46)$$

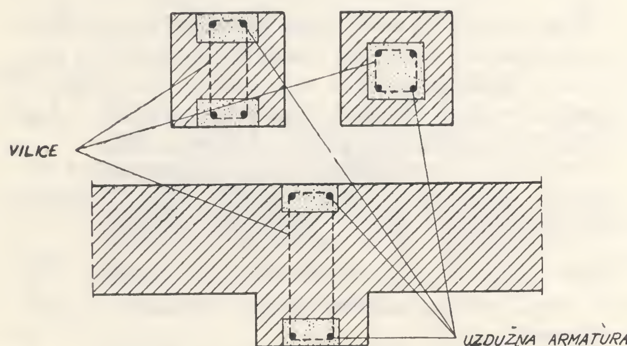
Kod toga položaj neutralne osi određuje se prema formuli:

$$m_a \cdot R_a \cdot F_a = m_z \cdot R_{ts} \cdot b \cdot x \qquad (47)$$

Visina tlačne zone ziđa mora u svim slučajevima zadovoljavati uvjete:

$$x \leqslant 0{,}55\, h_0$$

$$x \geqslant 2\, a'.$$



Sl. 12

Proračun elemenata izvrgnutih savijanju na poprečnu silu Q računa se prema formuli:

$$Q \leqslant m \cdot m_z \cdot R_{gl} \cdot b \cdot z \qquad (48)$$

Kod pravokutnog presjeka:

$$z = h_o - \frac{x}{2}.$$

Primjedba. U slučaju ako čvrstoća zida kod proračuna na poprečnu silu neće biti dovoljna, potrebno je postaviti vilice ili savijati armaturu.

Proračun elemenata armiranog zida na centrični vlak računa se prema formuli:

$$N \leqslant m \cdot m_z \cdot R_a \cdot F_a \qquad (49)$$

gdje je:

F_a — površina presjeka armature,
m_a — koeficijent uslova rada armature.

Elementi pojačani armiranim betonom (kompleksne konstrukcije).
Centrično tlačeni elementi.

Proračun centrično tlačenih elemenata, pojačanih armiranim betonom (kompleksne konstrukcije v. sl. 12) računa se prema formuli:

$$N \leqslant m \cdot \varphi_{kk} \cdot (m_z \cdot R \cdot F + m_b \cdot R_b \cdot F_b + m_a \cdot R_a \cdot F_a) \qquad (50)$$

gdje je:

m_b — koeficijent uslova rada betona u kompleksnom presjeku,
R_b — računska otpornost betona na centrični tlak
F — površina presjeka zida,
F_b — površina presjeka betona,
φ_{kk} — koeficijent izvijanja elementa kompleksne konstrukcije, koji se uzima prema tabeli 19 a u zavisnosti o elastičnoj karakteristici α;

$$\alpha = \frac{E_{okk}}{R_{kk}^n}$$

gdje je:

$$E_{okk} = \frac{E_{oz} \cdot J_k + E_b^n J_b}{J_k + J_b}$$

reducirani modul elastičnosti kompleksne konstrukcije,

$$R^n_{kk} = \frac{R^n \cdot F + R_b^n \cdot F_b}{F + F_b}$$

R_{kk}^n = reducirana normativna otpornost kompleksnog presjeka,
E_{oz} i E_b^n — početni modul elastičnosti zida i normativni modul elastičnosti betona,
J_z i J_b — momenti imercije presjeka zida i betona s obzirom na geometrijsko težište presjeka,
R_b^n — normativna otpornost betona na centrični tlak.

Primjedba. Za kompleksne konstrukcije primjenjuje se beton MB 160.

Ekscentrično tlačeni elementi. Proračun ekscentrično tlačenih elemenata kompleksnih konstrukcija kod malih ekscentriciteta (kod $S_t \geqslant 0{,}8\,S_o$) računa se prema formuli:

$$N \leqslant \frac{m \cdot \varphi_{kk} \cdot (m_z \cdot R \cdot S_z + m_b \cdot R_b \cdot S_b + m_a \cdot R_a \cdot S_a)}{e} \qquad (51)$$

Ako sila N djeluje između težišta armature F_a i F_a' mora biti zadovoljen uvjet:

$$N \leqslant \frac{m \cdot \varphi_{kk} \cdot (m \cdot R \cdot S_z' + m_b \cdot R_b \cdot S_b' + m_a \cdot R_a \cdot S_a')}{e'} \qquad (52)$$

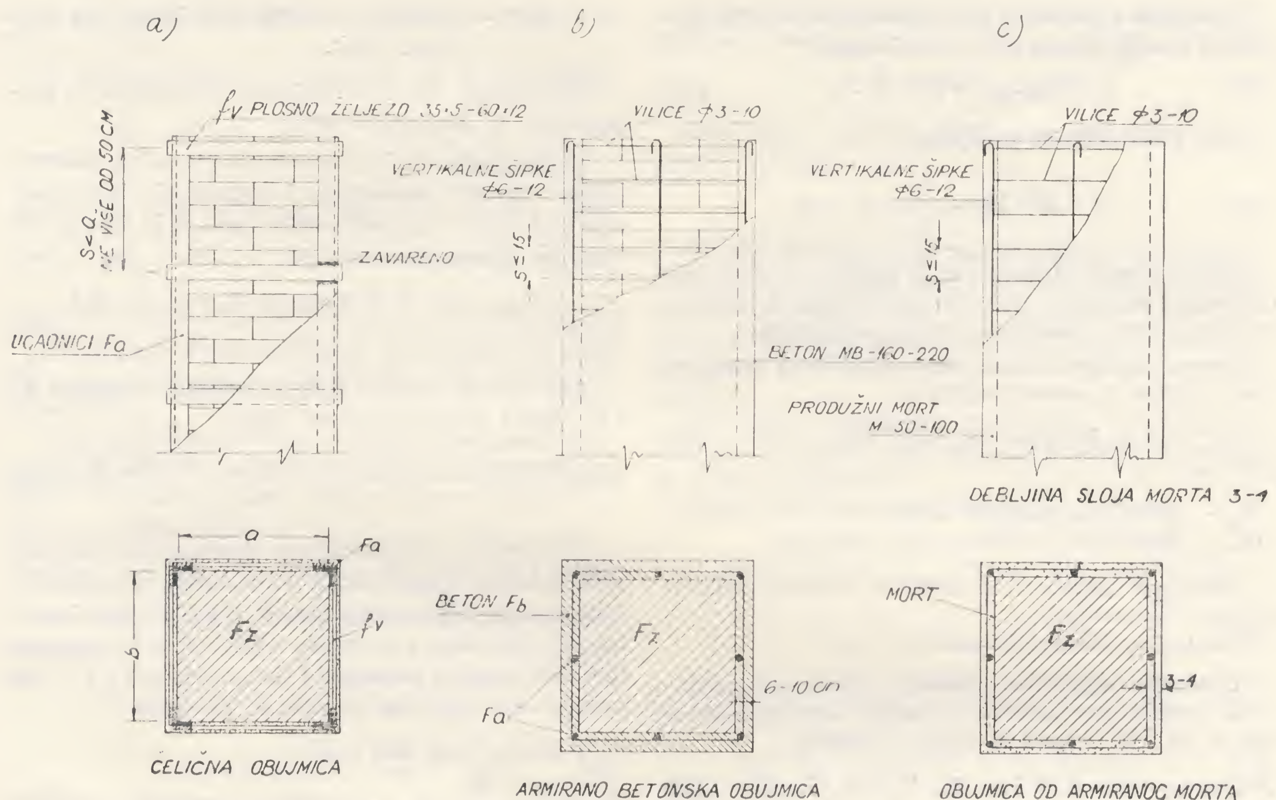
Primjedba. Kod proračuna ekscentrično tlačenih kompleksnih konstrukcija kod malih ekscentriciteta, ako su težišta armatura F_a i F_a' na većoj udaljenosti od rubova presjeka od 5 cm, u formulama (51) i 52) statički momenti i ekscentriciteti e i e′ određuju se s obzirom na rubove presjeka.

U formulama (51) i (52):

$S_o = S_z + \frac{R_b}{R} \cdot S_b$ — statički moment površine kompleksnog presjeka s obzirom na težište manje napregnute (ili vlačne) armature F_a,
S_z, S_b i S_a — statički momenti površine presjeka zida, betona i armature F_a' s obzirom na težište armature F_a,
$S_t = S_{zt} + \frac{R_b}{R} \cdot S_{bt}$ — statički moment površine tlačnog dijela kompleksnog presjeka s obzirom na težište armature F_a,
S_{zt} i S_{bt} — statički momenti površina tlačnih dijelova zida i betona s obzirom na težište armature F_a,
S_z', S_b' i S_a' — statički momenti površina presjeka zida, betona i armature F_a s obzirom na težište armature F_a',
e i e′ — udaljenost hvatališta sile N od težišta armature F_a i F_a',
R_b — računska otpornost betona na centrični tlak.

Proračun ekscentrično tlačenih elemenata kompleksnih konstrukcija s jednostrukom armaturom kod malih ekscentriciteta obavlja se prema formuli:

$$N \leqslant \frac{m\,\varphi_{kk} \cdot (m_z\,R\,S_z + m_b \cdot R_b \cdot S_b)}{e} \qquad (53)$$



Sl. 13

Kod proračuna kompleksnih presjeka na ekscentrični tlak kod malih ekscentrociteta potrebna je kontrola uvjeta $S_t \geqslant 0{,}8\, S_o$, položaj neutralne osi kod toga određuje se prema formuli (55) ili kod jednostruke armature prema formuli (57).

Proračun ekscentrično tlačenih elemenata kompleksnih konstrukcija kod velikih ekscentriciteta (kod $S_t < 0{,}8\, S_o$) računa se prema formuli:

$$N \leqslant m \cdot \varphi_{kk} \, (m_z \cdot R_{ts} \cdot F_{zt} + m_b \cdot R_{bs} \cdot F_{bt} + m_a \cdot R_a \cdot F_a' - m_a \cdot R_a \cdot F_a) \qquad (54)$$

Kod toga položaj neutralne osi određuje se jednadžbom:

$$m_z \cdot R_{ts} \cdot S_{tN} + m_b \cdot R_{bs} \, S_{btN} \pm m_a \cdot R_a \cdot F_a' \cdot e' - m_a \cdot R_a \cdot F_a \cdot e = 0 \qquad (55)$$

gdje je:

Rb_s — računska otpornost betona na tlak kod savijanja ($R_{bs} = 1{,}25\, R_b$),

F_{zt} — površina tlačne zone zida,

F_{bt} — površina tkačne zone betona,

S_{btN} — statički moment površine tlačne zone betona s obzirom na hvatište sile N.

Proračun ekscentrično tlačenih elemenata kompleksnih konstrukcija s jednostrukom armaturom kod velikih ekscentriciteta računa se prema formuli:

$$N \leqslant m\, \varphi_{kk} \cdot (m_z \cdot R_{ts} \cdot F_{zt} + m_b \cdot R_{bs} \cdot F_{bt} - m_a \cdot R_a \cdot F_a) \qquad (56)$$

Kod toga položaj neutralne osi određuje se jednadžbom:

$$m_z \cdot R_{ts} \cdot S_{tN} + m_b \cdot R_{bs} \cdot S_{btN} - m_a \cdot R_a \cdot F_a \cdot e = 0 \qquad (57)$$

Elementi opterećeni na savijanje. Proračun elemenata kompleksnih konstrukcija opterećenih na savijanje računa se prema formuli:

$$M \leqslant m \cdot (m_z \cdot R_{ts} \cdot S_{zt} + m_b \cdot R_{bs} \cdot S_{bt} + m_a \cdot R_a \cdot S_a) \qquad (58)$$

Kod toga položaj neutralne osi određuje se formulom:

$$m_a \cdot R_a \cdot (F_a - F_a') = m_z \cdot R_{ts} \cdot F_{zt} + m_b \cdot R_{bs} \cdot F_{bt} \qquad (59)$$

Visina tlačne zone kompleksnog presjeka u svakom slučaju mora zadovoljiti uvjetima:

$$S_t < 0{,}8\, S_o, \text{ i}$$

$$z \leqslant h_o - a'.$$

S_o i S_t određuju se kao kod ekscentrično tlačenih elemenata. z = krak unutarnjeg para sila koji je jednak udaljenosti hvatišta rezultante sila $F_{zt} \cdot R_{ts}$ i $F_{bt} \cdot R_{bs}$, do težišta armature Fa.

Proračun elemenata kompleksnih konstrukcija s jednostrukom gipkom armaturom na savijanje računa se prema formuli:

$$M \leqslant m \cdot (m_z \cdot R_{ts} \cdot S_{zt} + m_b \cdot R_{bs} \cdot S_{bt}) \quad (60)$$

Kod toga položaj neutralne osi određuje se prema jednadžbi:

$$m_a \cdot R_a \cdot F_a = m_z \cdot R_{ts} \cdot F_t + m_b \cdot R_{bs} \cdot F_{bt} \quad (61)$$

Proračun elemenata kopleksnih konstrukcija, koji su opterećeni na savijanje na poprečnu silu, računa se kao u formuli (48). Rgl se uzima kao za ziđe.

Elementi opterećeni na vlak. Proračun elemenata kompleksnih konstrukcija na centrični vlak, obavlja se prema formuli (49).

Elementi pojačani obujmicama. Proračun elemenata zidanih od opeke, pojačanih obujmicama (sl. 13) na centrični tlak računa se prema formulama:

kod obujmica od čeličnih valjanih profila:

$$N \leqslant m \varphi \cdot \left[\left(m_z \cdot R + \frac{2{,}5\,p}{1 + 2{,}5\,p} \cdot \frac{m_a \cdot R_a}{100} \right) \cdot F + m_a \cdot R_a \cdot F_a' \right] \quad (62)$$

kod obujmica od armiranog betona:

$$N \leqslant m \cdot \varphi \cdot \left[\left(m_z \cdot R + \frac{3\,p}{1 + p} \cdot \frac{m_a \cdot R_a}{100} \right) \cdot F + m_b \cdot R_b \cdot F_b + m_a \cdot R_a \cdot F_a' \right] \quad (63)$$

kod obujmica od armiranog maltera:

$$N \leqslant m \cdot \varphi \cdot \left(m_z \cdot R + \frac{2{,}8\,p}{1 + 2\,p} \cdot \frac{m_a \cdot R_a}{100} \right) \cdot F \quad (64)$$

gdje je:

N — računska uzdužna sila,

F — površina presjeka ziđa,

F_a' — površina presjeka uzdužne armature ili čeličnih ugaonika obujmice,

F_b — površina presjeka betona obujmice, omeđena vilicama i ziđem (ne računajući debljinu zaštitnog sloja),

φ — koeficijent izvijanja α uzima se kao za nearmirano ziđe),

m_z, m_a, m_b — koeficijenti uslova rada ziđa, armature i betona,

p — procent armiranja; kod odnosa strana elementa ispod 1 : 2,5 — p se određuje prema formuli:

$$p = \frac{2\,Fa \cdot (a + b)}{a \cdot b \cdot s} \cdot 100 \quad (65)$$

gdje je:

Fa — površina presjeka vilice, spirale ili prečke od plosnog čelika,

a i b — strane presjeka elementa,

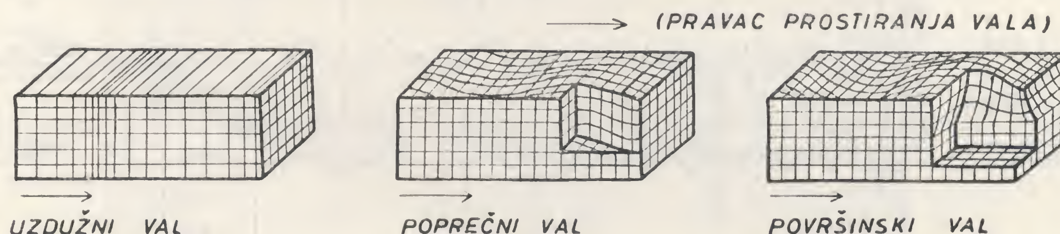
s — razmak vilica, visina hoda spirale ili razmak osi prečaka plosnog čelika.

(Nastavit će se)

PROCJENA INTENZITETA I ŠTETNOSTI POTRESA KAO I MOGUĆNOSTI SMANJENJA SEZMIČKOG EFEKTA MASOVNIH MINIRANJA

Šandor Slimak, Geofizika, Zagreb

U građevinarstvu se često primjenjuju minerski radovi u kamenolomima, u probijanju tunela, izgradnji saobraćajnica, podzemnih hala, kod gradnje visokih hidroobjekata itd. Da bi se povećao efekat radova, skratilo vrijeme priprema, pojeftinila gradnja, tj. da se poboljšaju ekonomsko-tehnički uvjeti radova, miniranja se izvode sa znatnim količinama eksploziva. Međutim, često u blizini minskog polja postoje razni objekti — na koje miniranja mogu štetno djelovati. Baš zbog toga dobivanje optimalnih uslova miniranja tj. određivanje vrste i maksimalne dozvoljene količine eksploziva, minimalnog rastojanja minskog polja do objekta, izbor najpovoljnijeg režima miniranja i paljenja je od neposredne važnosti za otvaranje novog radilišta, te projektiranje novih



Sl. 1.

objekata u blizini minskih polja. Seizmički efekat treba poznavati i kad se minsko polje približava objektima, kad se mijenja režim punjenja i paljenja, dubina ili broj bušotina u seriji, broj serije paljenja, kada se stabilnost objekata smanji uslijed dugotrajnih miniranja itd. Neke dosadašnje rezultate o procjeni intenziteta i štetnosti potresa, kao i mogućnosti smanjenja seizmičkog efekta kod masovnih miniranja, dat će se u ovom članku.

Pojava seizmičkih valova kod masovnih miniranja

Pri projektiranju minerskih radova raspored i dubina bušotina se bira tako, da se težina punjenja maksimalno iskoristi, za odvaljivanje materijala, a da se energija zračnih udara, te seizmički efekat svede na minimum. Kod miniranja neznatan dio energije (cca 1%) se pretvara u elastične valove koji se od mjesta miniranja šire na sve strane.

Poznato je da pri miniranju dolazi do kemijskih reakcija, pri čemu se čvrste materije pretvaraju u plinovite uz brzo oslobađanje ogromne količine energije.

Pri miniranju se oko bušotine stvaraju tri zone. Neposredno uz zid bušotine se pojavljuju udarni valovi. U drugoj zoni se pojavljuju elastično-plastične, a na izvjesnoj udaljenosti samo elastične deformacije. Udaljenost, na kojoj se pojavljuju elastične deformacije se određuje približno na osnovu formule:

$$r = 0{,}12\,\sqrt[3]{Q} \qquad (1)$$

gdje je:

r — udaljenost na kojoj se pojavljuju elastične deformacije;

Q — količina eksploziva.

Pri proučavanju seizmičkog efekta miniranja najvažnija je treća zona (zona elastičnih deformacija) gdje se pojavljuju seizmički valovi. Elastični valovi predstavljaju nestacionarne periodične funkcije, i imaju mnogo sličnosti s oscilacijom koje se pojavljuju kod potresa.

Kao i kod potresa i pri miniranjima se pojavljuje više tipova valova (zapreminski i površinski), koji se međusobno razlikuju po intenzitetu, brzini prostiranja, energiji koju prenose, učestalosti, itd.

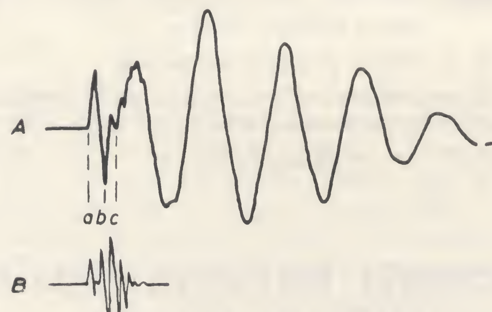
Kod zapreminskih valova razlikujemo dva tipa talasa, i to: uzdužne i poprečne. Kod uzdužnih valova kretanje materijalnih čestica je u pravcu, a kod poprečnih upravno na pravac prostiranja valova.

Kod površinskih talasa postoji više tipova valova, a od njih najznačajniji su Loveovi i Rayleghovi.

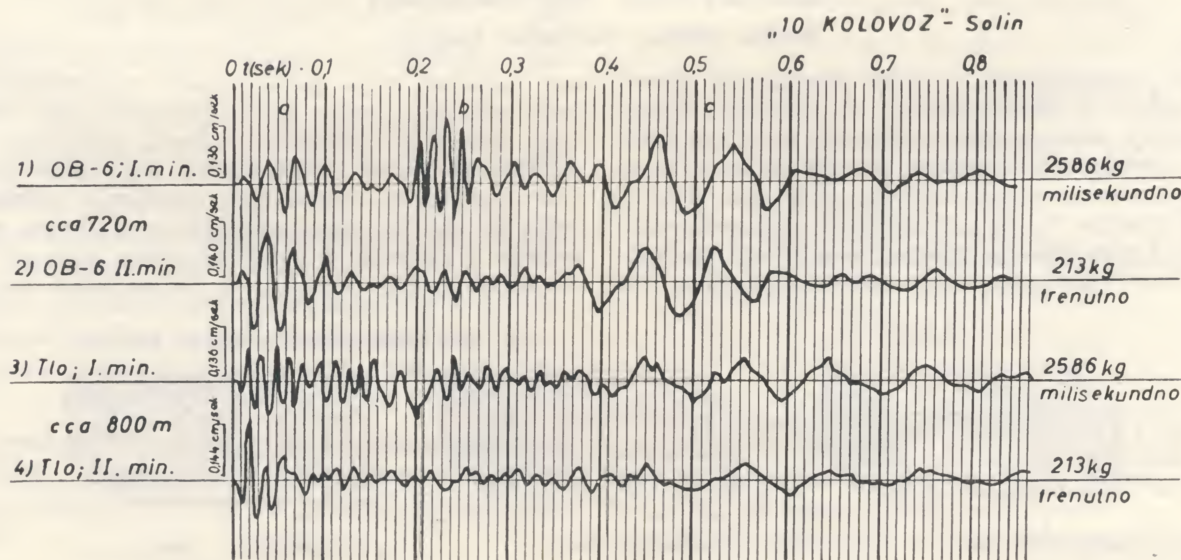
Zapreminski valovi se prostiru do velikih dubina, a kod površinskih amplituda oscilacije naglo opada s dubinom. Oblik deformacija te pravac kretanja materijalnih čestica kod pojedinih tipova valova prikazan je sl. 1.

Mogućnosti i metod registriranja seizmičkih oscilacija

Opažanje potresa se obavlja seizmičkom aparaturom i Philipsovim mjeračem vibracije, ili instrumentom izrađenim specijalno za ove svrhe.



Sl. 2



Sl. 3

Seizmička aparatura sastoji se iz više primača potresa (seizmografa), sistema pojačala, te kamere za snimanje.

Primači potresa mehaničke oscilacije pretvaraju u električne titraje i stvorene signale otpremaju u sistem pojačala, koji ulazne signale pojačavaju i filtriraju, te ih dalje upućuju na kamere za snimanje. Seizmička aparatura ima izvanrednu osjetljivost i pojačanje do milijun puta.

Philipsov komplet također se sastoji od elektrodinamičkog primača, mjerača amplitude oscilacije te kamere za snimanje. Komplet ima slične karakteristike kao seizmička aparatura, ali se njime mogu mjeriti ne samo brzina nego, prema potrebi, i nivo ili ubrzanje oscilacije. To je jednokanalni uređaj, a dijagrami potresa mogu se direktno iskalibrirati u odgovarajućim jedinicama (mikrona, cm/sek ili cm/sek^2). Znači, paralelnim opažanjem sa oba kompleta moguće je i dijagrame registrirane seizmičkom aparaturom iskalibrirati u odgovarajućim jedinicama.

Sa specijalnim aparaturama (MIKS, aparature W. F. Sprengneuther Instrument Co. Mic.) moguće je istovremeno opažanje obavljati na više mjesta, i to kako horizontalnih tako i vertikalnih komponenata, registrirati pomjeranje, brzine ili ubrzanja, te direktno iskalibrirati u odgovarajućim jedinicama.

Nakon obilaska ugroženog područja i detaljnog pregleda svih objekata, izabire se mjesto opažanja.

S obzirom da je konstrukcijom aparature broj mjesta opažanja ograničen, pri izboru mjesta opažanja treba voditi računa o stepenu oštećenosti objekta, vrsti i tipu zgrade, udaljenosti objekta od minskog polja, ugroženosti i starosti zgrade.

Na katnim objektima osmatranja treba obavljati u prizemlju i na katu.

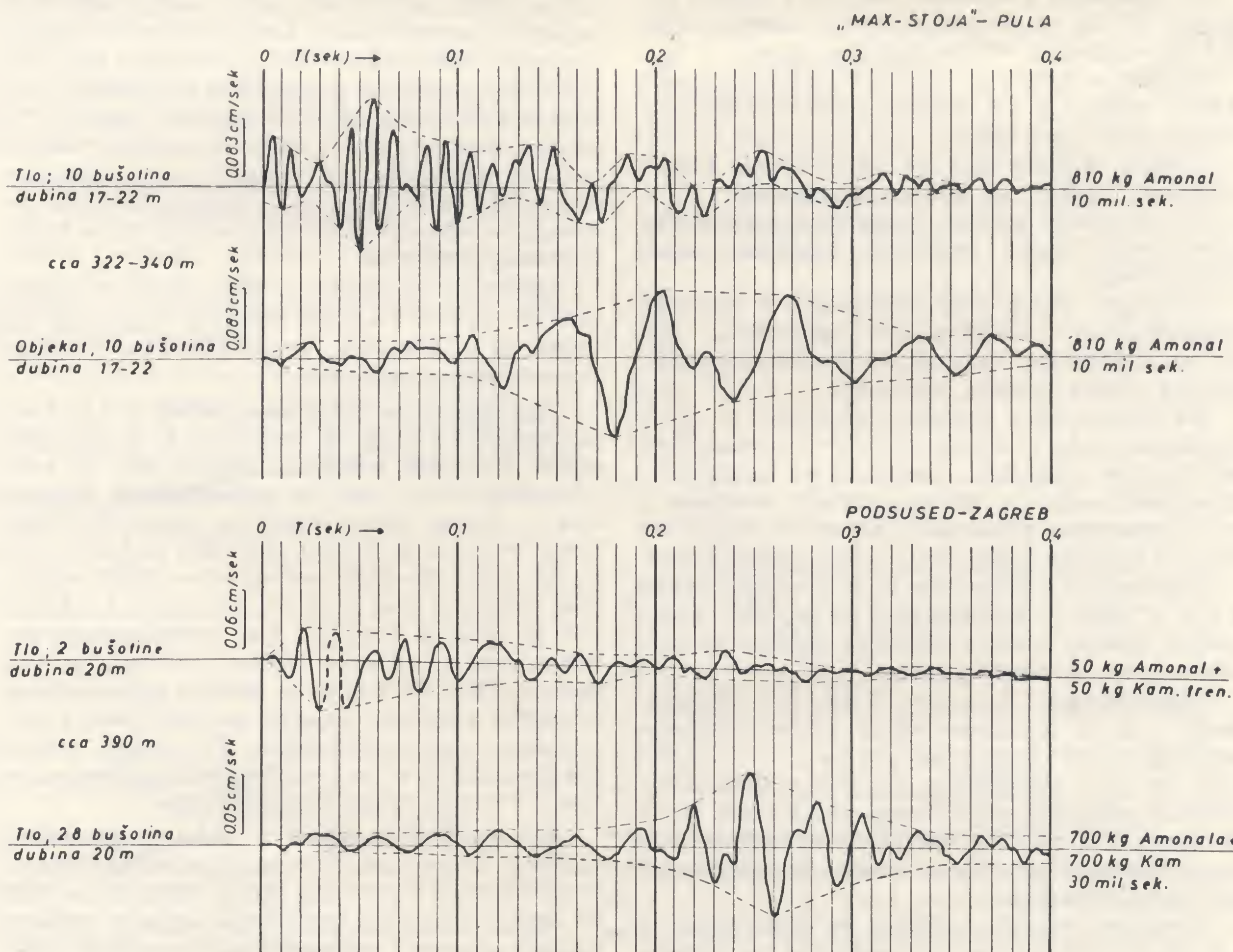
Da bi veza seizmografa sa objektom bila što čvršća, prijemnici se gipsom pričvrste za objekt.

Za odrediti brzinu prostiranja elastičnih valova, nivoe oscilacija, uticaj režima i vrste miniranja na seizmičnost, osmatrati treba na raznim odstojanjima od mjesta miniranja, i to kako na tlu tako i na objektima.

U toku terenskih geofizičkih opažanja obično se obavi više paljenja pod različitim režimom.

Dijagram potresa

Dijagrami potresa snimljeni geofizičkim putem vjerno predstavljaju oscilacije materijalne čestice



Sl. 4

tla ili građevinskog objekta u mjestu opažanja. Analizom većeg broja dijagrama potresa zapaženo je da su oscilacije u blizini minskog polja proste harmonijske funkcije, a udaljavanjem od mjesta miniranja, zbog reflektiranja, refraktiranja, difrakcije, dijagrami potresa postaju kompliciraniji i često na izvjesnom odstojanju na njima uočavamo valove raznih tipova.

U blizini minskog polja na dijagramima potresa uočavamo dvije zone. U prvoj se zoni pojavljuju oscilacije veće učestalosti i malih amplituda. Ove oscilacije odgovaraju prvim nailascima, tj. longitudinalnim valovima. U drugoj, glavnoj fazi uočavamo kasnije nailaske, a to su poprečni valovi koji imaju niže učestanosti i veće amplitude. (V. sl. 2.)

Na sl. 3 i 4 je dato nekoliko dijagrama potresa snimljenih u području tupinoloma »10. kolovoz«, Solin, kamenoloma »Max-Stoja«, Pula, i tupinoloma u području Podsuseda, Zagreb.

Podaci za pojedina miniranja:
»10. kolovoz«, Solin

I miniranje: 23 bušotine, paljenje milisekudno, punjenje: 2004 kg Kamniktita i 582 kg amonala, svega 2586 kg; dubina bušotina od 15,9—25.4 m;

II miniranje: 3 bušotine, paljenje trenutno, punjenje: 153 kg Kamniktita i 60 kg amonala; svega 213 kg eksploziva; dubina bušotina 15 m.

Objekt na kojem je osmatran efekat miniranja (OB-6) udaljen je od minskog polja cca 720 m, a mjesto na tlu cca 800 m.

Podaci za miniranja na »Max-Stoji«, Pula i Podsused, Zagreb, su dati na samoj slici.

Svi dijagrami potresa predstavljaju vertikalne komponente brzina oscilacija, snimljene istom aparaturom.

Analizom većeg broja dijagrama i njihovim uspoređivanjem dolazimo do zaključaka, koji su od neposredne važnosti za proučavanje seizmičkog efekta grupnih miniranja.

Na dijagramima potresa, prikazanih na sl. 3, zapažamo razna područja (a, b, c, te prelazne zone), koji se međusobno razlikuju po amplitudi i učestalosti oscilacije. Razna područja uočavamo i na dijagramima prikazanim na sl. 4. Pojedinim zonama svakako odgovaraju valovi raznih tipova.

Usporedimo li dijagrame sa sl. 3 s dijagramima 1 i 2 sa slike 4, konstatiramo da se razni tipovi valova utoliko lakše razdvajaju ukoliko se više udaljujemo od minskog polja.

Uspoređenjem dijagrama 3 (sl. 3) s dijagramom 1 sl. 4, uočavamo da je vrijeme trajanja oscilacija znatno duže na dijagramu 3, sl. 3, i pored toga što je u oba slučaja paljenje milisekundno. Vrijeme oscilacije na 4 iznosu oko 0,4 sek, a na sl. 3 cca 0,85 sek. To kazuje da se vrijeme trajanja oscilacije produžava ukoliko se udaljujemo od mjesta miniranja.

Vremena trajanja oscilacija na dijagramima 1 i 2 (sl. 4) su različita, što kazuje da je trajanje oscilacije duže na objektima negoli na tlu. Naime, iako su dijagrami potresa registrirani na raznim odstojanjima od mjesta miniranja, vrijeme trajanja oscilacija je praktički isto.

Da je vrijeme trajanja oscilacija duže pri miniranju s vremenskom retardacijom negoli kod trenutnog, najbolje se zapaža na dijagramu 3 i 4 (v. sl. 4). Ovaj fenomen se lakše uočava ukoliko smo bliže minskom polju.

Kod trenutnog paljenja nakon kratkog vremena nailaska prvog vala se pojavljuju maksimalne amplitude, a poslije — intenzitet potresa naglo opada (v. dijagram 3, sl. 4).

Kod paljenja s vremenskom retardacijom nakon nailaska prvih valova amplituda oscilacije postepeno se povećava, dostiže maksimalnu vrijednost oko polovine vremena trajanja miniranja. Nakon toga oscilacije se smanjuju. Znači, vrijeme pojave maksimalnih amplituda zavisi od vremena retardacije, tj. ukupnog vremena trajanja miniranja, tj. broja intervala.

Neke mogućnosti smanjenja seizmičkog efekta kod masovnih miniranja

Na mjestu osmatranja seizmički efekat miniranja zavisi od niza faktora, i to od količine punjenja, vrste eksploziva, načina miniranja, rastojanja objekta od minskog polja, sredine kroz koje putuju seizmički valovi, broja i dubine bušotina, dispozicije bušotina itd. Da bi se snizio seizmički efekat (nivo potresa) potrebno je pojedinačno proučiti uticaj svakog od ovih faktora. Jasno, da se snizuje seizmički efekat kada se smanjuje šarža, i kada se udaljujemo od minskog polja. Međutim, ekonomsko-tehnički uvjeti određuju količinu punjenja, te sniženje seizmičkog efekta treba tražiti kod drugih faktora.

Smanjenje seizmičkog efekta može se postići izborom dubine i nagiba bušotina, najpovoljnijeg vremenskog intervala, broja intervala paljenja, vrste i količine eksploziva.

Uporeďivanjem dijagrama potresa 1 i 3 s dijagramima 2 i 4, (sl. 3) uočavamo da je seizmički efekat trenutnih miniranja znatno veći od milisekundnog. Jer, iako su milisekundna paljenja bila sa znatno većom količinom eksploziva (2586 kg), a trenutna sa 213 kg, seizmički efekat je skoro isti (0,152 tj. 0,134 cm/sek). Do sličnih zaključaka dolazimo i na sl. 4, (v. dijagrame 3 i 4), jer dok je količina punjenja kod milisekundnog paljenja veća za 14 puta, efekat miniranja je veći samo za 20%. To kazuje da ukoliko treba sačuvati seizmičku stabilnost objekta, minirati treba s vremenskom mikroretardacijom. Do sličnih zaključaka dolazimo i na osnovu drugih dijagrama snimljenih u nekim našim kamenolomima.

Kao poseban problem i zadatak geofizičkih opažanja nameće se izbor najpovoljnijeg vremenskog intervala miniranja. Ruski eksperti su dali, na osnovu terenskih ispitivanja, krivulje sniženja seizmičkog efekta u funkciji od vremenske retardacije (v. sl. 5). Na tom dijagramu na ordinati je

nanijeto smanjenje seizmičkog efekta, a na apscisu — vrijeme retardacije.

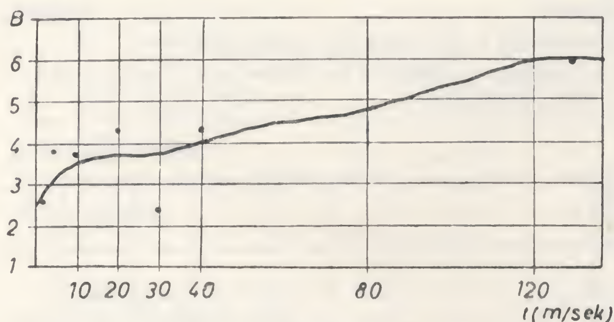
Na slici zapažamo da krivulja naglo raste u početku, a poslije je skoro paralelna s apscisom, te ponovno raste. Za najpovoljniji interval retardacije smatra se područje gdje je krivulja paralelna s apscisom. Dijagram se odnosi na kamenolom Aleksandrov, za granite koji su zastupljeni na tom području. Dijagram nije univerzalan i odnosi se samo na dato područje i na određeni tip stijene. Da se dobije takav dijagram, treba obaviti terenska mjerenja i instrumentalna opažanja seizmičkog efekta miniranja.

Seizmički efekat se da također sniziti izborom najpovoljnije dubine i nagiba bušotine. Povećanjem dubine bušotine povećava se i seizmički efekat, no postoji optimalna dubina koja najbolje odgovara ekonomsko-tehničkim uvjetima radova, a seizmički efekat se smanjuje na najmanju mjeru. Određivanje optimalne dubine bušotina je također zadatak geofizičkih opažanja.

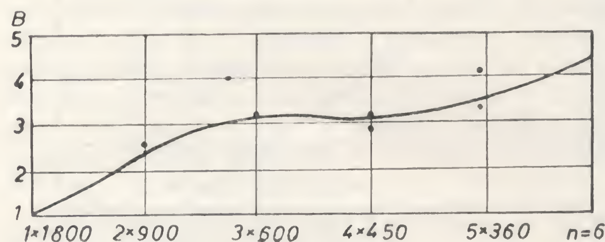
Razmatranja su pokazala, da se razmještajem iste količine eksploziva u više bušotina snizuje seizmički efekat miniranja. Na sl. 6 data je krivulja, koja je sastavljena na osnovu terenskih mjerenja, gdje je na ordinatu nanijeto sniženje seizmičkog efekta, a na apscisu broj bušotina i broj intervala miniranja. Na dijagramu vidimo, da krivulja na početku naglo raste, nakon toga je skoro paralelna s apscisom, te ponovo raste. Za najpovoljniji broj smatra se područje gdje je krivulja paralelna s apscisom.

Određivanje intenziteta potresa izazvanog grupnim miniranjem

Da bi se moglo diskutirati o štetnosti jednog potresa, tj. da se zaštite objekti od miniranja, neophodno je odrediti intenzitet potresa — seizmički efekat miniranja.



Sl. 5



Sl. 6

Intenzitet potresa se karakterizira preko raznih parametara, veličina i opisnih podataka. Prema Crendlu potres najbolje definira brzina oscilacije.

Za određeni intenzitet potresa između količine punjenja i rastojanja postoji zavisnost, data ovom jednadžbom:

$$r = R_{sv} \sqrt[3]{C} \qquad (2)$$

gdje je:

r — rastojanje: minsko polje — mjesto opažanja;

C — količina punjenja;

R_{sv} — svedeno rastojanje.

Iskustvo pokazuje, da za proučavanje intenziteta potresa, izazvanih miniranjima je najbolje naći zavisnost između intenziteta potresa i svedenog rastojanja, a ne posebno od količine punjenja i rastojanja. Odnos između svedenog rastojanja i brzine oscilacije data je ovom empirijskom formulom:

$$V = K \left[\frac{\sqrt[3]{C}}{r} \right]^{3/2} = K \cdot (R_{sv})^{3/2} \qquad (3)$$

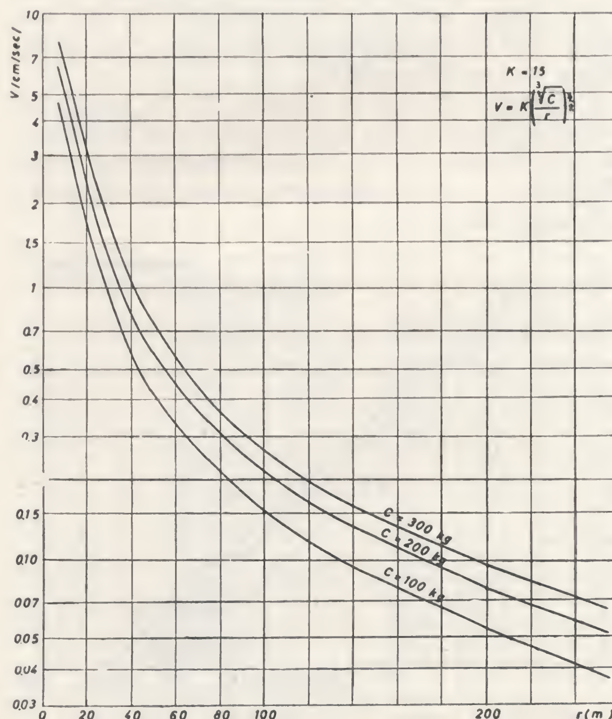
gdje je:

V — brzina oscilacije;

C — količina punjenja;

r — rastojanje;

K — konstanta koja se određuje terenskim ispitivanjima, a među ostalim zavisi od geoloških uvjeta, vrste eksploziva i načina paljenja.



Sl. 7

Kada se odredi koeficijent K konstruira se sistem krivulja (v. sl. 7), s kojeg se može odrediti intenzitet potresa, tj. brzina oscilacije na različitim udaljenostima od mjesta miniranja i za različite količine punjenja. Takav dijagram je mjerodavan samo za ispitivano područje i za tačno definirane uslove miniranja i paljenja. Navedena formula, tj. sistem krivulja uspješno se koristi ako na ispitivanom području imamo stalno istu formaciju i iste geološke uvjete.

Ukoliko intenzitet potresa treba odrediti za različite formacije, tj. kad se mijenjaju geološki uvjeti (vrsta materijala,nagib, pad slojeva), za režim miniranja ili paljenja, koristi se jednadžba:

$$L_1 + dL - 5 \lg R_{sv} \leqq I \leqq L_2 + dL - 5 \lg R_{sv} \quad (4)$$

U ovoj jednadžbi I predstavlja intenzitet potresa u stepenima, L_1 i L_2 su koeficijenti koji zavise od vrste minerskih radova i načina paljenja, a dL od vrste tla na kojem se obavlja opažanje.

Numerički pregled vrijednosti L_1 i L_2 dat je u tab. A.

Tabela A

Vrsta minerskih radova	Način paljenja	L_1	L_2
Dnevni kop	trenutno	11	12
	milisekundno	(10,5)	(11,5)
Radovi na izbacivanju	Trenutno	10,8	11,8
	milisekundno	10,6	11,6
Podzemni radovi	Trenutno	10,3	11,3
	milisekundno	10,0	11,0

Vrijednost dL varira u granicama od +0,7 do —0,75. Za pijeskove, glinovita tla, koja se nalaze u stanju prirodne vlažnosti dL = 0; za rastresita tla zasićena vodom dL = +0,7; za kompaktne stijene dL = —0,75.

Zavisnost intenziteta potresa (I) od svedenog rastojanja za područje kamenoloma »10. kolovoz«, Solin, prikazana je na sl. 8. Vrijednosti L_1 i L_2, s kojima je računat dijagram, zagrađeni su u tabeli A.

Da se odredi radijus potresa datog stepena intenziteta, tj. da se nivo potresa snizi do te mjere da ne bude štetan po objekte, neophodno je uzeti u obzir i vrstu tla, kao i stanje objekta.

Za potres određenog stepena intenziteta, za određene uvjete miniranja, paljenja, vrstu tla, odnos između svedenog i stvarnog rastojanja dat je jednadžbom (2). Da bi ju koritsili za ma koje uvjete, potrebno je uvesti korekcione faktore, i tada jednadžba (2) dobiva oblik:

$$r = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot R_{sv}$$

gdje je:

K_1 — korekcioni koeficijent za vrstu minerskih radova i način paljenja;

K_2 — ukazuje na zavisnost intenziteta potresa od vrste tla;

K_3 — određuje zavisnost između stanja objekta i dozvoljenog stepena intenziteta potresa.

Promjena intenziteta potresa (K_1), zavisno od vrste minerskih radova i načina paljenja, data je u tabeli B.

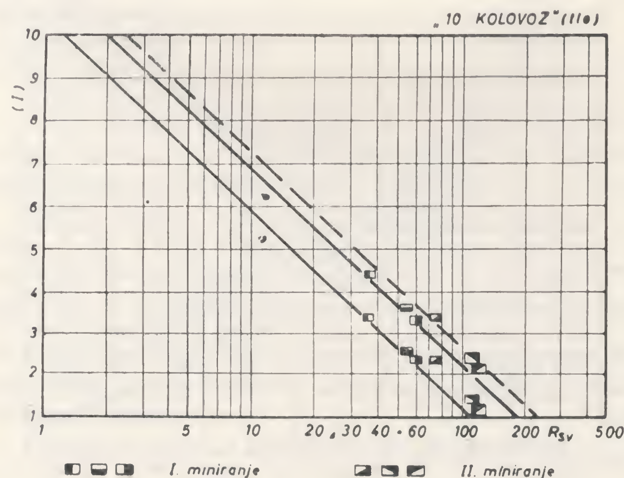
Tabela B

	Trenutno paljenje			Milisekundno paljenje		
	Podzemno	Dnevni kop	Izbacivanje	Podzemno	Dnevni kop	Izbacivanje
K_1	1	0,91	0,72	0,80	0,83	0,63

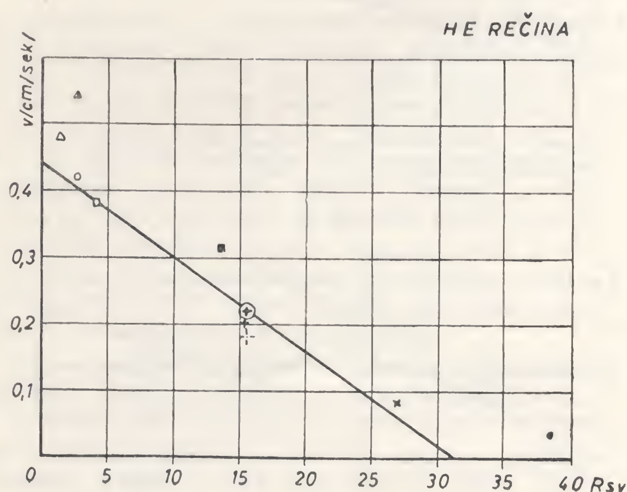
Uticaj tla (K_2) na seizmičnost tj. promjena seizmičnosti u funkciji od vrste tla prikazana je u tabeli C.

Tabela C

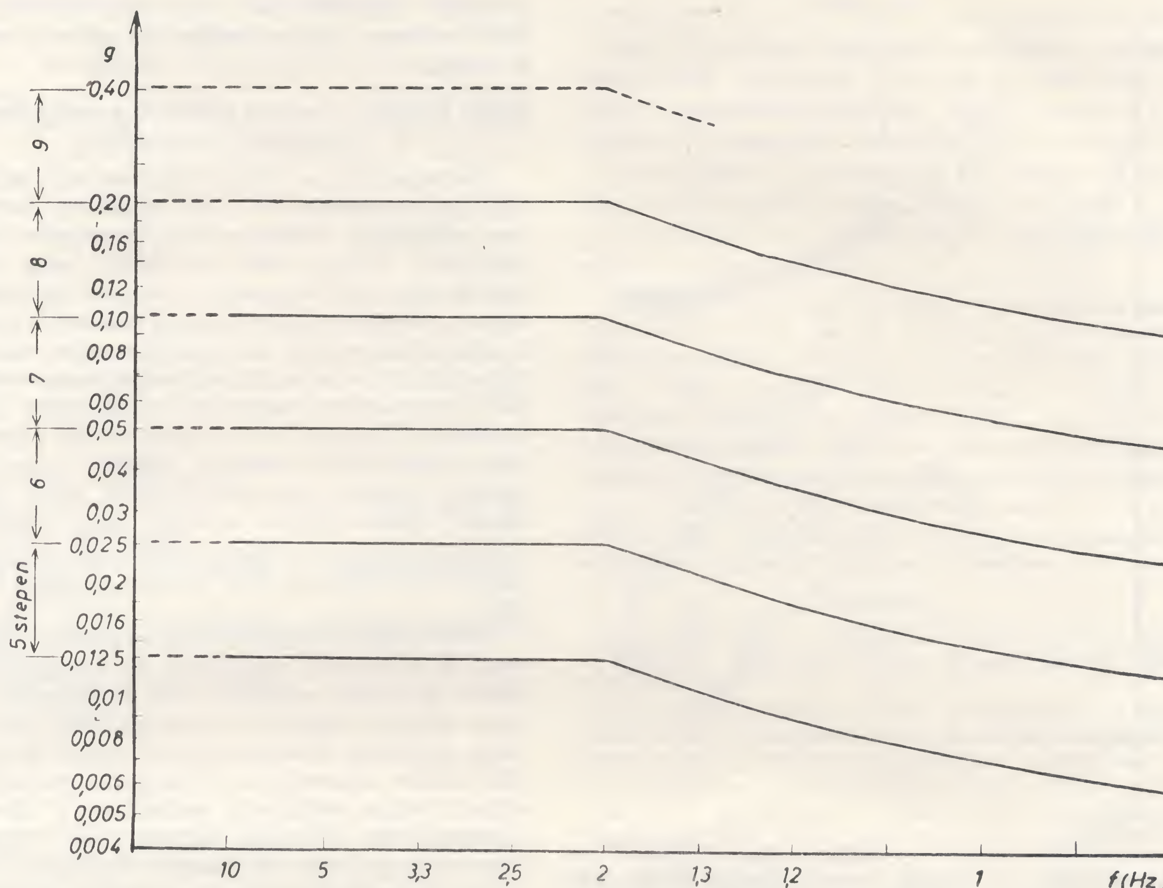
Vrsta tla	K_2
Čvrste, kompaktne stijene	0,5
Čvrste stijene s pukotinama, rasjedima	0,7
Lapori, gipsovi, pješčari	0,8
Šljunci	0,9
Pjeskovita i glinovita tla s podzemnom vodom na dubini 5—10 m	1,2



Sl. 8



Sl. 9



Sl. 10: Dijagram ubrzanja potresa pri zemljotresu i različitog intenziteta po skali Gost 6249—52

Dozvoljeni intenzitet potresa zavisi od stanja objekta. U tabeli (D) data je zavisnost između stanja objekta i dozvoljenog stepena intenziteta potresa.

Tabela D

Stanje zgrade	Intenzitet	K_3
Zadovoljavajuće	VI	1
Zgrade koje imaju deformacije	V	1,6
Stare zgrade	IV	2,5

Uvođenjem korekcionih faktora (K_1, K_2, K_3) mogu se usvojiti takvi elementi miniranja i palenja da potres na određenom rastojanju bude željenog intenziteta, tako da ne dođe do oštećenja objekata. Da bi se pristupilo proračunu radijusa potresa datog intenziteta neophodno je, na osnovu rezultata terenskih mjerenja, konstruirati dijagrame koji daju zavisnost između svedenog rastojanja i brzine oscilacije tj. između intenziteta potresa i svedenog rastojanja. (Vidi sl. 8 i 9).

Seizmički efekat miniranja može se definirati i preko energije potresa. Energija potresa u tački osmatranja određena je jednadžbom:

$$E = \frac{1}{2} q \cdot b \sum_{i=1}^{i=n} V_i T_i^2 \qquad (5)$$

gdje je:

E — energija potresa;
q — zapreminska težina;
b — brzina prostiranja seizmičkih valova;
V — brzina oscilacije;
T — perioda oscilacije.

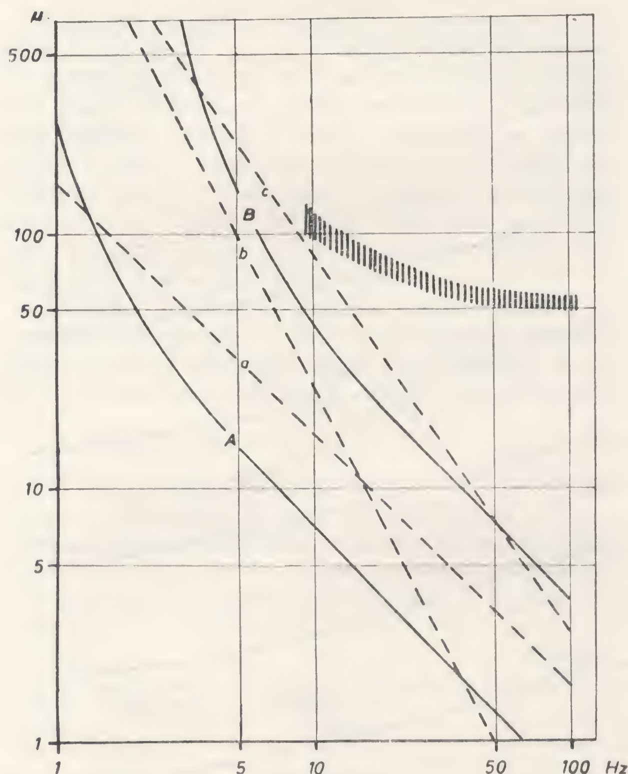
U tački je osmatranja ukupna enrgija miniranja jednaka zbroju energija svih tipova valova.

F. J. Crandell definira energiju potesa ovom jednadžbom:

$$E = 10{,}8 \frac{g^2}{f} ; E = 1{,}72 f^2 A^2 ; E = 0{,}43 V^2 \qquad (6)$$

gdje je:

g — ubrzanje;
f — učestalost;
A — amplituda pomjeranja;
V — brzina oscilacije;
E — energija potresa.



Sl. 11

Intenzitet potresa određuje se i preko skala, sastavljenih od raznih autora. Svaka skala ima svoje prednosti i nedostatke, i obično definiraju potres putem raznih parametara. Često se intenzitet potresa ocjenjuje na iskazu očevidaca, stepena i količine oštećenja i rušenja itd. Procjena nije uvijek jednoznačna, a svakako najrealniji rezultati se dobivaju mjerenjima (pomjeranja, brzine ili ubrzanja oscilacije). Jedna od takvih skala data je u tabeli E.

S. V. Medvedev, W. Sponheuer i V. Karnik

Tabela E

Stepen	Pomjeranje mm	Brzina cm/sek	Ubrzanje cm/sek²
V	0,5— 1,0	1,0— 2,0	12— 25
VI	1,1— 2,0	2,1— 4,0	25— 50
VII	2,1— 4,0	4,1— 8,0	50—100
VIII	4,1— 8,0	8,1—16,0	100—200
IX	8,1—16,0	16,1—32,0	200—400

Analizom cca 300 akcelerograma iz raznih stanica svijeta, prof. S. V. Medvedev konstruirao je skalu intenziteta u funkciji od ubrzanja i učestalosti oscilacije. (Vidi sl. 10).

Postoji još čitav niz drugih kriterija koje koriste pojedini autori, a ovdje smo naveli samo neke koje smo koristili u dosadašnjim našim ispitivanjima. Zbog što veće sigurnosti, intenzitet potresa redovno se procjenjuje na osnovu nekoliko kriterija.

Razni kriteriji procjene štetnosti potresa izazvanih masovnim miniranjima

Često se i danas štetno djelovanje potresa procjenjuje na osnovu vizuelnih makroopažanja, nakon miniranja. Međutim, ovaj postupak ima nedostataka. Naime, često se objekti prije miniranja detaljno ne pregledaju, a nakon miniranja je teško ustanoviti, da li je neka pukotina postojala i prije miniranja ili je nastala u toku miniranja. Neke pukotine se prije miniranja ne uočavaju, ili što su neznatnih dimenzija, ili su teško vidljive, prebojene. Sigurno da će jedan te isti potres različito djelovati na solidne objekte i one manje solidne. Sasvim neznatan potres može izazvati znatna oštećenja na starim, slabo fundiranim zgradama, dok na solidno zidanim objektima neće nastati oštećenja ni kod potresa znatnih intenziteta.

Pristranost, neobjektivnost, očevidaca može dovesti do pogrešnih zaključaka, pa je mjerodavnost takvih kriterija nesigurna. Da se izbjegnu navedene teškoće, najčešće se upotrebljava instrumentalno mjerenje. Kao što je već ranije spomenuto, geofizičkim mjerenjima se dobijaju podaci o amplitudi, brzini, ubrzanju, prigušenju i učestalosti oscilacija. Svi ti podaci očitavaju se s dijagrama potresa, koji služe kao osnova za daljnju obradu.

Danas postoji čitav niz kriterija za procjenu štetnosti potresa. S obzirom na veliki broj nepoznatih faktora (tip, veličina, starost, solidnost fundiranja objekta, vrste građevinskog materijala, načina gradnje, geološko-geofizičkih uslova terena, morfologije područja itd.), koji se ne mogu definirati geofizičkim mjerenjima, kriteriji imaju kvalitativni karakter. Koji je kriterij najpogodniji, najmjerodavniji, teško je unaprijed utvrditi, te se zbog veće sigurnosti procjena skoro redovno obavlja s nekoliko kriterija, sastavljenih od raznih autora. Neke od tih kriterija, kojima smo se dosad služili, iznijet ćemo u nastavku.

Već smo ranije spomenuli da štetnost jednog potresa u mnogome zavisi od starosti i solidnosti objekta. Na osnovu velikog broja opažanja izvedenih od strane ruskih eksperata, na objektima raznih kvaliteta, konstatirano je da stare oronule zgrade evropskog tipa mogu podnijeti potres IV stepena a da na njima ne nastanu oštećenja, dok solidno zidane zgrade podnose potrese čak i VI stepena. To znači da na starim oronulim zgradama oštećenja treba očekivati već kod potresa V stepena, a na solidnim građevinama tek kod potresa VII stepena (vidi tabelu D). Znači, treba usvojiti takav režim miniranja i paljenja (što se potvrđuje terenskim geofizičkim mjerenjima) da intenzitet potresa bude manji od V odn. VII stepena.

Na sl. 11 dat je dijagram djelovanja potresa na objekte i ljudski organizam (po Evamaria Hahnu) u funkciji o veličini pomjeranja i funkciji učesta-

losti oscilacije. To je bilogaritamski dijagram, gdje je na ordinatu nanešeno pomjeranje (u mikronima), a na apscisu učestalost. Na dijagramu su date razne krivulje (A, B, a, b, c) koje odvajaju razmak područja. Oštećenja na zgradama, prema ovom kriteriju, treba očekiavti iznad crtkanog područja. Znači, mjerenjima se određuje nivo i učestalost oscilacije a na osnovu postojećeg dijagrama procjenjuje potencijalna ugroženost objekta.

Vrlo se često kod procjene štetnosti potresa koristi Köhlerov kriterij, u kojem se za procjenu uzima brzina oscilacije. Kao i svi ostali kriteriji i ovaj je sastavljen na osnovu dugogodišnjih opažanja, a odnosi se za frekventno područje od 10 do 100 Hz.

Köhlerov kriterij glasi:

brzina do 0,5 cm/sek — štetno djelovanje potresa skoro isključeno;

brzina od 0,5—1,0 cm/sek — štetno djelovanje malo vjerojatno;

brzina od 1,0—5,0 cm/sek — štetno djelovanje vjerojatno;

brzina veća od 5,0 cm/sek — štetno djelovanje vrlo vjerojatno.

F. J. Crandell definira štetnost miniranja preko koeficijenta energije (E_R) i smatra, ako je (E_R) manji od 20, oštećenja ne treba očekivati, ako pak vrijednost varira od 20 do 40 — oštećenja su moguća, a ako su veća od 40 — oštećenja su vrlo vjerojatna.

Potresi neprijatno djeluju i na psihu čovjeka, pogotovo ako su miniranja česta i u dugom vremenskom periodu. Na sl. 11 krivulja B označava područje podnošljivosti potresa bez škodljivosti na organizam. Da se zaključiti, da je ljudski organizam u stanju podnijeti, bez ikakvih posljedica, i takve nivoe potresa koje bi štetne bile i po sam građevinski objekat (v. krivulju B u frekventnom opsegu od 1 do 5 Hz) i obratno, da ljudi često mogu imati osjećaj da je neki potres katastrofalan, dok mjerenjima konstatiramo da je bezopasan (v. krivulju B, sl. 11. u frekventnom opsegu od 10 do 100 Hz).

Zaključak

Da bi se kod masovnog miniranja postigla maksimalna sigurnost objekata, a istovremeno ispunili ekonomsko-tehnički uvjeti radova, neophodno je poznavati seizmički efekat miniranja.

Geofizičkim se mjerenjima na terenu registriraju karakteristike potresa. Potres se opaža kako na objektima tako i na tlu, a na raznim udaljenjima od minskog polja.

Dijagrami oscilacija su osnova za daljnju analizu potresa i na osnovu njih mogu se usvojiti optimalni uvjeti miniranja — maksimalna količina i vrsta punjenja, način paljenja, minimalno rastojanje objekta od minskog polja i dr., te tako postići maksimalnu seizmičku stabilnost objekata.

U članku su ukratko prikazane mogućnosti sniženja seizmičkog efekta miniranja, rezultati iz nekoliko naših kamenoloma i kriteriji za procjenu štetnosti, na osnovu mjerenja veličina.

Literatura

1. L. Don Leet — Vibrations from Blasting Rock — Harvard. University Press. Cambridge 38, Massachusetts, 1960.

2. Eva Maria Hahn — Die Anwendung der seismischen Magnitude und der Seismizität auf neuzeitliche Erschütterrungsmesstechnik bei Verkehr und in der Industrie. Akademie Verlag. Berlin, 1956.

3. S. V. Medvedev — Inženernaja sejsmologija. Akademija nauk SSSR. Institut fiziki zemli po imeni O, I Smidt. Moskva, 1962.

4. S. V. Medvedev — Sejsmika gornih vzrirov. Izdatelstvo »NEDRA«, Moskva, 1964.

5. Slimak Š. — Seizmološka ispitivanja. Tvornica cementa »Sloboda«, Podsused. Fond stručnih dokumenata »Geofizika«, Zagreb, 1963.

6. Slimak Š. — Inženjersko-seizmološka ispitivanja, Tvornica cementa »Giulio Revelante«, Kamenolom Max-Stoja. Fond stručnih dokumenata »Geofizika«, Zagreb, 1964.

7. Slimak Š. — Ispitivanja silosa sirovinskog brašna tvornice »Istracement«, Umag. Fond stručnih dokumenata »Geofizika«, Zagreb, 1964.

8. Slimak Š. — Inženjersko-seizmološka ispitivanja, Dalmacija cement, Split — Solin. Površinski kopovi »10 kolovoz« i »Prvoborac«. Fond stručnih dokumenata »Geofizika«, Zagreb, 1964.

S naših i inostranih gradilišta

GRADNJA HOTELA »AMBASADOR« U OPATIJI

Uz već postojećih 50 hotela i pansiona, restorana, taverni, terasa i noćnih lokala izgrađenih kroz skoro jedno stoljeće turističkog razvoja Opatije, u ožujku 1964. god. započela je gradnja najvećeg turističkog objekta u Opatiji — hotela »Ambasador«, po projektu arhitekta Zdravka Begovca, a za investitora Hotelsko poduzeće »Kvarner« iz Opatije. Radove je izvodilo građevno poduzeće »Jadran« iz Rijeke.

Hotel je smješten u predjelu Tomaševac, udaljenom oko 500 metara od opatijske luke, tik uz more i neposredno uz glavnu opatijsku ulicu, a da ipak svojim smještajem i okolišem predstavlja zasebnu cjelinu, iako se nalazi u centru grada.

Smještaj hotela je jedinstven na našoj obali, a vjerojatno i u svijetu, jer položaj je takav da se iz svakog dijela objekta vidi more. Tako sve sobe, restorani i sale imaju pogled na more, što ovom hotelu daje poseban čar.

Objekat ima ukupno 17 etaža sa 22.800 m² izgrađene površine. Od toga otpada 9 katova na stambeni dio sa 9 velikih i 27 malih apartmana,

144 dvokrevetnih i 27 jednokrevetnih soba. Na X katu nalazi se mali restoran, koktel-klub, dansing i zimski vrt. U ulaznoj etaži nalazi se Banket sala, recepcija, Zlatna sala, Aperitiv bar, zatim restorani Crveni, Srebrni i Zlatni i centralna kuhinja. U međuetaži smješteni su Svečana sala i Bridž sala, te konačno u bazenskoj etaži — kavana, unutarnji bazen, hal, dječji vrtić, frizerski saloni i trgovine. Pogonski dio hotela smješten je u međuetaži i bazenskoj etaži, instalacionom katu, kotlovnici i strojarnici lifta, koja je ujedno i najviša etaža hotela.

Hotel osim ovoga ima trokatne garaže za smještaj 150 osobnih automobila, telefonsku i teleks centralu, pristupne mostove za ulaz u garaže, most za pristup kupalištu »Tomaševac«, te vanjski bazen s morskom vodom i terasom, parkove, pristupne ceste, pumpnu stanicu za morsku vodu i rezervoar morske vode, a u planu je da se izgrade igrališta za tenis i mini-golf. Hotel ima dva bazena. Unutarnji s toplom morskom vodom, veličine 17 $\times$ 8 m, i vanjski, veličine 23 $\times$ 12 m. Sedam liftova smješteno je unutar objekta, i to tri lifta za usluge gostima, tipa Simplex i Duplex, te 4 teretna lifta. U pogonskom dijelu objekta smještena su skladišta, frižideri, garderobe i restoran za personal, praonice i sušionice posteljine, te uredske prostorije.

Konstrukcija objekta je armirano betonska jezgra oblika slova »H«, usidrena u temeljno tlo zategama ϕ 30 mm. Oko jezgre u tlocrtnom rasteru stranice 7 m su osno opterećeni armirano betonski kvadratni stupovi dimenzije 80 $\times$ 80 cm u najnižim etažama, čiji se presjek smanjuje idući prema vrhu objekta, do najmanjeg presjeka 40 $\times$ 40 cm. Armirano betonske podvlake preko stupova imaju na krajevima prepust od 1,5 m. Sekundarna nosiva armirana betonska konstrukcija je sitno rebričasti polumontažni strop. Rebra sitno rebričastog stropa dva susjedna polja međusobno su okomita, čime se dobilo jednakomjerno opterećenje podvlaka. Zbog toga su sve podvlake u cijeloj konstrukciji istih dimenzija.

Ispuna unutar objekta izvedena je siporeks panoima debljine 10 i 15 cm, dok su u fasadne zidove ugrađene aluminijske stijene ispunjene termopan staklom. Zidovi stambenih i društvenih prostorija izvedeni od siporeks panoa obloženi su tapetama, dok su zidovi u pogonskom dijelu zidani siporeks blokovima i žbukani finom i grubom žbukom. U mokrim čvorovima zidovi su obloženi keramičkim pločicama. U stambenim prostorijama stropovi su gipsani, dok je po hodnicima i društvenim prostorijama izveden spušteni strop od furniranih drvenih montažnih ploča, ovješenih o strop, tako da u prostoru između stropne konstrukcije i ovih spuštenih stropova prolaze ventilacioni kanali, cijevi dovoda i odvoda vode, elektrike i signalizacije. U sanitarnim prostorijama spušteni montažni stropovi izvedeni su od polistirol ploča montiranih na drvenu konstrukciju. Podovi su najvećim dijelom obloženi tepisima, u nekim prostorijama izveden je pod od hrastovih dašćica. Hale, glavno stepenište i terasa vanjskog bazena obloženi su kamenim pločama, proizvodnje »Jadran-kamen« Split. Svi armirano betonski stupovi obloženi su mozaik pločicama, te na uglovima obrubljeni eloksiranim aluminijskim »L« profilima.

Hotel ima centralno grijanje i erkondišn u društvenim, pogonskim i sanitarnim prostorijama, dok su prostorije unutarnjih bazena grijani toplovodom, ugrađenim ispod podova. Morska voda za vanjski i unutarnji bazen, te kupaonice s toplom morskom vodom, crpi se pumpama iz mora. Pumpama se tjera direktno u vanjski bazen ili u rezervoar morske vode, a odavde gravitacijom u kotlovnicu, gdje se zagrijava i pumpa topla u unutarnji bazen ili u četiri kupaonice s toplom morskom vodom. Za pripremu tople vode služe tri kotla tipa »Horvat«. Odvod fekalija i otpadnih voda je preko taložnice »Tomaševac«, koja je za potrebe hotela rekonstruirana. Iz taložnice otpadne se vode odvode u more salonitnim cijevima ϕ 300 mm. Izlazno grlo ovih voda je 100 m udaljeno od obale, i nalazi se na 6 m ispod morske površine. Za odvod vode iz bazena izgrađena je posebna kanalizacija.

Objekat je predan na korištenje koncem lipnja 1966. godine. Gradio se 29 mjeseci. Međutim, zbog novčanih teškoća došlo je do 5-mjesečnog prekida rada, tako da je stvarna izgradnja objekta trajala 24 mjeseca. Za sve vrijeme gradnje na gradilištu je bilo zaposleno oko 200 radnika, da bi u posljednjih nekoliko mjeseci bilo zaposleno oko 450 ljudi. Tokom ovog rada iskopano je oko 12.000 m^3 zemljanog materijala, ugrađeno oko 13.000 m^3 betona, 550.000 kg željeza, 11.000 m^2 siporeks panoa, 10.000 m električnog kabela, 120.000 m električne žice, 10.000 kg vodovodnih i odvodnih cijevi, oko 6.500 m^2 aluminijskih stijena, 8.000 m^2 aluminijskih stijena, 8.000 m^2 stakla, itd.

Od samog početka rada pa do betoniranja završne ploče rad se odvijao u tri smjene, da bi se kasnije nastavilo u dvije smjene. Na gradilištu je bilo uposleno 7 građevinskih poslovođa, 6 tehničara te 2 građevinska inženjera. Centralno grijanje, vodovod, ventilaciju i klimatizaciju vodio je strojarski tehničar, s odgovarajućim poslovođama. Isto tako za električnu instalaciju i signalizaciju bio je zadužen jedan elektroinženjer.

Statičar i ujedno glavni nadzorni organ na ovom objektu bio je ing. Mate Senjanović. Projekat vodoinstalacija izradio je ing. Ljubo Kuntarić; centralno grijanje ing. Koharić, ventilaciju i klimatizaciju ing. Vrepčević, elektroinstalaciju i signalizaciju tehn. Žudić, dok je odgovorni rukovodilac radova bio autor ovog članka. Nadzorna služba sastojala se od glavnog nadzornog organa, s pomoćnicima za beton i armirani beton, vodoinstalacije, centralno grijanje, klimatizaciju i ventilaciju, elektroinstalaciju i liftove, dok je Opatija-Projekt, kao nosilac projekta, preko svojih suradnika, imao direktivni nadzor.

Sliku objekta donosimo na naslovnoj strani časopisa.

Ing. Ivo Schmiedlechner

Kratke vijesti

IZGRADNJA PRVOG JUGOSLAVENSKOG NAFTOVODA

Očekuje se da bi do kraja 1968. godine naša zemlja dobila svoj »pipe-line«, 176 km dugu i 0,51 m široku čeličnu cijev magistralnog naftovoda od pomorske luke Bakar do Siska. I Bakar (Urinj) i Sisak poznati su centri naše naftonosne industrije, u njima djeluju rafinerije kombinata »INA« iz Zagreba. Od Siska bi se naftovod granao još stotinjak kilometara, do Botova blizu granice s Mađarskom, kao i kasnije do Bosanskog Broda, sjedišta Rafinerije nafte .

Naftovod kojeg su zamislili, projektirali, a i gradit će ga stručnjaci i radnici kombinata »INA« od presudne je važnosti za budući razvoj naftne privrede u našoj zemlji. Tako se rješava pitanje jeftinijeg transporta nafte za opskrbu domaćih rafinerija nafte u Sisku i Bos. Brodu, a možda i u Pančevu. Ujedno se naftovodom do Botova rješava i problem tranzita nafte u Mađarsku i druge podunavske i srednjoevropske zemlje. Postoji također zamisao da se od Bos. Broda naftovod kasnije produži preko Bosne i Hercegovine do nove luke Ploče.

POJEDNOSTAVNJENJE PROPISA

Savezna administracija najavljuje pojednostavnjenje propisa da bi se prilagodili pravilima igre što vladaju na svjetskom tržištu. Problemi poslovanja naših poduzeća u inozemstvu sputani su gomilama propisa, što priječi ekspanziju. Druge zemlje formirale su mješovita društva u suradnji s kapitalom odnosne zemlje. Trajna suradnja, a pogotovo razvoj ne može se više oslanjati na provizorne i najprimitivnije forme, da se obavi posao po ugovorenoj cijeni. To je i osnovna ideja za kompletnu reviziju propisa o našem nastupu u svijetu. Nameće se potreba da se umjesto borbe s hrpama papira razriješe stvarni problemi kako bi se i naš kapital u vidu opreme i ljudi ustalio na tržištima zemalja u razvoju, reinvestirao se tamo, i tako koristio i njima i nama.

Stručnjaci kojima je povjereno da izrade teze za zakonodavno reguliranje tog kretanja složili su se u osnovi da procedura mora biti što jednostavnija. Ujedno i da se koristi svaki oblik koji je prihvaćen u svijetu.

Sve bi se svodilo na ovo: naša poduzeća mogu vani osnivati firme isključivo s našim kapitalom i ulaziti u mješovita društva po vlastitoj ocjeni, koju treba da donesu organi samoupravljanja. Poduzeća bi se mogla koristiti devizama, kreditima naše ili inozemne banke, opremom, licencama, patentima, tehničkom dokumentacijom i dobiti koju vani ostvare. Uvjet bi bio da takav akt pridonosi razvitku ekonomskih odnosa s odnosnom zemljom i da ona dopušta izvor kapitala. Odnosi matično poduzeće — poduzeće u inozemstvu bili bi regulirani ugovorima ili statutom mješovitog društva, ako se radi o zajedničkom ulaganju kapitala.

PRUGA BEOGRAD — BAR DO KRAJA 1972.

Savezno izvršno vijeće predlaže Saveznoj skupštini da donese zakon o učešću federacije u financiranju izgradnje nekoliko značajnih saobraćajnica, među njima i pruge Beograd—Bar i kontinentalnog dijela Jadranskog puta.

Propisi čije se donošenje predlaže, treba, prije svega, da osiguraju materijalne uvjete za dovršenje saobraćajnica od izuzetnog značenja za čitavu zemlju. Federacija bi, kako se predlaže, sudjelovala u financiranju saobraćajnica sa 85% od predračunske vrijednosti investicija, s tim što bi republike na čijoj se teritoriji obavljaju radovi osigurale preostali dio sredstava i pokrile eventualna prekoračenja utvrđenih troškova građenja.

PRED DONOŠENJEM NOVOG ZAKONA O CESTAMA

Utvrđeno je da zbog rupa u asfaltu i makadamu na nekih 50 000 kilometara cesta prvog, drugog i trećeg reda jugoslavenska privreda gubi godišnje blizu 1 milijardu novih dinara.

Nalazimo se pred donošenjem novog zakona o javnim cestama. Postoje dvije ideje: prva da poduzeća za ceste, kojima su one osnovno sredstvo, izravno dobivaju naknade iz poreza na benzin i drugih taksa, a da za uzvrat, prema utvrđenim normativima održavaju ceste; te druga: da se korisnici cesta, koji plaćaju te dažbine, nađu zajedno u jednom fondu koji bi naručivao i plaćao određene poslove ili godišnji program radova.

Ne bi se smjelo prihvatiti da poduzeća za ceste podijele jugoslavenske ceste međusobno i zatim ubiru porez od benzina i druge dažbine. Obaveza je društva da donese propise i uvjete koje cesta mora ispunjavati da bi se popravljala iz tako pokupljenog novca. A što će odatle koliko i kome biti plaćeno, to može biti prepušteno ocjeni onog tko uplaćuje — ističe će u nekim diskusijama.

REGULIRANJE TOKA SAVE KOD ZAGREBA

Prema projektu, korito Save kod kolnog mosta na Savskoj cesti proširilo bi se za oko 60 metara. Proširenjem korita, izravnao bi se i nasip s profilom korita rijeke kod željezničkog mosta. Projekt predviđa i proširenje mosta za još jedan otvor, koji bi zahvatio sadašnje okretište tramvaja.

Ovaj zahvat postaje nužan zbog povećanja propusne moći korita Save, jer je jedan od uzroka katastrofalne poplave prije dvije godine kada je Sava nosila više od 4000 m^3 vode u sekundi, a ta se količina vode nije mogla propustiti ispod sadašnjeg mosta.

IZGRADNJA CESTA NA RELACIJI ITALIJA — JUGOSLAVIJA — AUSTRIJA

Nedavno je u Udinama održano savjetovanje stručnjaka Italije, Jugoslavije i Austrije, na kojem se raspravljalo o mogućnostima za izgradnju suvremenih

cesta kojima bi se talijanska autonomna pokrajina Furlanija-Julijska krajina bolje povezala sa Slovenijom i Autsrijom, te uopće Italija sa srednjom Evropom i Balkanom.

Niz cesta sjeverne Italije gravitira prema Jugoslaviji i Austriji, a izrađeni su planovi za izgradnju čitave mreže modernih cesta u ovom dijelu Italije. Nove će ceste biti povezane preko Udina i Trevize sa sistemom automobilskih cesta u srednjoj i jugoistočnoj Evropi.

Očekuju se aranžmani nadležnih organa Italije, Jugoslavije i Austrije o suradnji i koordinaciji radova na izgradnji suvremenih automobilskih cesta.

POVODOM VEĆIH CIJENA STANOVA U IZGRADNJI

Kad se govori o visokim cijenama stanova, koje i dalje stalno rastu, uvriježeno je mišljenje da se kritičke primjedbe obavezno upućuju građevnim poduzećima. Međutim, građevinari su često nemoćni da poduzmu bilo što, iako im je dobro poznato da cijene mogu biti niže. Primjer: na gradilištu gdje se odjednom gradi samo 200 stanova oni bi bili jeftiniji čak 10 do 15%. Građevinari, osim toga što teško dolaze do lokacija za ta masovna gradilišta, muku muče da osiguraju obrtna sredstva. Nadalje, u cijenu stana »prelijevaju se« dobrano i troškovi uređenja zemljišta. Investitor, odnosno budući stanar, plaća za njih čim dobije stan, a vrlo često kad se useli nema ni osnovnih komunalija koje je već »kupio«.

DRUGA VARIJANTA CESTE RIJEKA — ZAGREB

Kako saznajemo privredni krugovi Rijeke s rezervom su primili informaciju da će trasa nove suvremene automobilske ceste, koja će povezati Rijeku sa zaleđem i Zagrebom, prolaziti brdovitim i klimatski nepovoljnim područjem. Buduća saobraćajnica Rijeka-Zagreb prolazila bi od Rijeke do Novog Vinodolskog, duž Jadranske magistrale, a zatim preko Jasenka i Ogulina do Karlovca, gdje bi se povezala na novoplaniranu cestu Karlovac-Zagreb.

U Rijeci ističu, da zbog sve veće važnosti cestovne veze sa zaleđem, posebno u lučkom poslovanju, trasa nove ceste morala bi biti kraća i povoljnija. Naglašavaju, da je prirodan put koji povezuje Rijeku sa zaleđem — Kupska dolina. Tu su stabilni klimatski uvjeti i nema velikih uspona i drugih smetnji. Navodi se, da se najveća prepreka, tamo gdje se spajaju primorska i alpska klima, može izbjeći bušenjem tunela kroz Risnjak. Ta bi trasa bila kraća od one preko Novog Vinodolskog, Jasenka i Ogulina.

OMLADINA NA IZGRADNJI VELEKIH OBJEKATA

Centralni komitet Saveza omladine Jugoslavije dogovorio je sa Saveznim sekretarijatom za saobraćaj učešće omladine u izgradnji velikih objekata u narednim godinama. Uspostavljen je kontakt s investitorima i izvođačima radova: za kontinentalni dio Jadranske cestovne magistrale Bijelo Polje-Skopje, za željezničku prugu Beograd-Bar i cestu Tuzla-Županja.

Formirane su mješovite stručne grupe koje utvrđuju na kojim bi se sve dionicama mogla angažirati omladina, kolika je vrijednost radova koje bi omladina mogla izvesti i koliko bi iznosili troškovi radnog angažiranja omladine.

DALMATINSKO GRAĐEVINARSTVO NA STRANIM TRŽIŠTIMA

Građevinska poduzeća s područja kotara Split (koje obuhvaća cijelu Dalmaciju) očekuju ove godine oko 14,5 milijuna dolara realiziranih na konvertibilnom području za izvedene radove.

Međutim, devizni priliv u brutoproduktu građevinarstva predstavlja samo 11,7%, pa je jasno kolike su mogućnosti jačeg istupanja na stranom tržištu. Ukupna vrijednost ugovorenih radova do kraja 1968. iznosi 33,2 miliona dolara. Samo na konvertibilnom području ugovoreno je radova za 23,8 milijuna dolara.

U NEKOLIKO REDAKA...

»INA« Zagreb, će investirati znatna sredstva u izgradnju i opremu suvremenih benzinskih stanica i servisa na magistralnim saobraćajnicama. Uz Jadran će se na svakih 15 km podići pumpna stanica.

BELIŠĆE. Ovaj veliki industrijski centar Slavonije dobio je moderno opremljenu kuhinju koja sprema dnevno 3000 obroka. Nazvana je »fabrikom hrane«. Sagrađena je i opremljena iz sredstava fonda zajedničke potrošnje Kombinata »Belišće«.

PULA. Poduzeće »Luka« dobila je dozvolu za gradnju montažnog skladišta unutar ograđenog prostora željezničke stanice. Radove će izvoditi mostarski »Soko«.

POREČ. Radnici vinkovačkog kombinata »Spačva« montirali su 20 kuća tipa S-301 u kojima će biti 120 ležajeva. Poduzeće »Turist« iz Poreča kreditira izgradnju ovih kuća, koje će zapravo biti kompletni trosobni stanovi, površine 65 m^2.

VINKOVCI. U toku su radovi na izgradnji novog mosta preko rijeke Bosut kod sela Privlake. U izgradnju će se utrošiti oko 280.000 n. dinara.

ĐAKOVO. Puštena je u pogon tvornica stočne hrane, a sada je u toku gradnja betonskog silosa kapaciteta 1200 vagona, i sušara za pšenicu i kukuruz. Gradi se i industrijski kolosijek. Time će se završiti prva etapa izgradnje Prehrambeno-preradivačkog kombinata u Đakovu.

METKOVIĆ. Kula Norinska, koju su podigli Turci oko 1500. godine, adaptacijom će se pretvoriti u turističko-ugostiteljski objekt.

SPLIT. Danas se u međunarodnom pomorstvu i građevinskim krugovima govori o splitskom »Pomgradu« kao o jednom od velikih svjetskih pomorskih graditelja. U registar najvećih svjetskih firmi koje izvode i grade luke, zapisano je i ime našeg »Pomgrada«. »The category »A« for internationalmarine works« je najveća klasa koju jedan pomorski izvođač može dobiti. Ta najveća klasa dobiva se na osnovu refe-

renci, odnosno solidno i stručno izvedenih radova najvećih kvaliteta. Takvo priznanje splitskom »Pomgramu« podijeljeno je od strane Alžira, Jemena, Kuvajta, Irana i brojnih drugih zemalja, što nije tako čest slučaj u svijetu.

BEOGRAD. Stalna izložba građevinarstva Jugoslavenskog građevinskog centra otvorena je u novoj zgradi, na Bulevaru revolucije 84, ulaz iz ul. Ivana Milutinovića, svakog radnog dana od 10 do 17 sati.

R. P.

Iz inozemnih časopisa

RUŠENJA I NESIGURNE KONSTRUKCIJE UBIRU TEŽAK DANAK

(Engineering News-Record, New York, maj 1966)

U posljednje vrijeme sa svih strana stižu vijesti o nesrećama i rušenjima na građevinama. Navodi se nekoliko najnovijih primjera.

Atena (Grčka). Na gradnji tvornice papira srušila se ploča od armiranog betona nad prvim katom u površini 420 m^2 u trenutku kad su zidari zaglađivali žlicom gornju površinu (sl. 1). Strop nad prizemljem je izdržao pad betona teškog 200 tona sa visine 9 m zahvaljujući tome što je projektiran za veliko opterećenje (teške strojeve za proizvodnju papira). Poginula su dva radnika. Uzrok rušenja izgleda da je taj što su drvene potpore oplate bile nastavljene na 2 mjesta, a nisu bile odgovarajuće ukrućene u poprečnom smjeru. Rušenju su vjerojatno pridonijele i vibracije od strojeva za izradu papira u prizemlju, na kojima za vrijeme betoniranja srušenog stropa nije bio obustavljen rad.

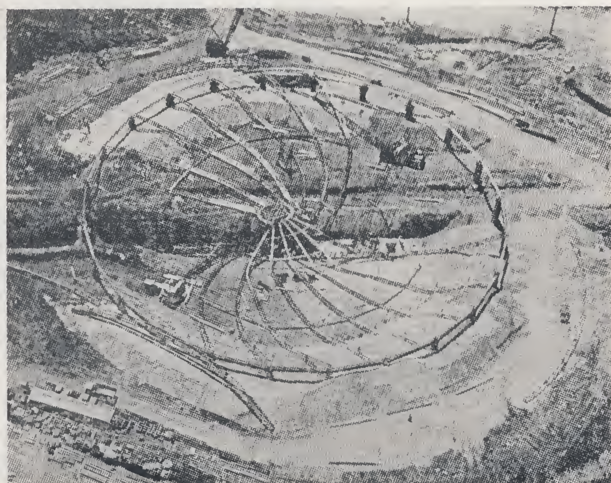
Sl. 1. Oplata je popustila — 2 mrtva

Ottawa (Kanada). Kod građenja 11-katne uredsko-stambene zgrade od armiranog betona srušile su se tri etaže kad je građenje stiglo do trećeg kata. Jedan radnik je poginuo a pet ih je ranjeno. Na poslu je bilo još 50-ak ljudi, ali su se uspjeli skloniti u zadnji čas. Veliku sreću je imalo 13 radnika, koje je dovitljivi dizaličar spasio dajući im mogućnost da se popnu na armaturu koju je upravo dovlačio na treći kat. Uzrok je nesreće vjerojatno taj što strop nad drugim katom, na kome su stajale potpore za strop trećeg kata, koji je betoniran dan prije nesreće, nije više bio poduprt.

Wilmington (SAD). Kod betoniranja bloka za ukotvenje za novi most preko rieke Delaware popustio je dio oplate visok 5 m i oko 230 m^3 svježeg betona je naglo sjelo i pokidalo preostalu oplatu. Dva čovjeka su poginula, devet ih je ranjeno. Do nesreće je vjerojatno došlo zbog toga što su popustili zavrtnji na sponama drvene oplate, i možda i zbog suviše brze ugradnje betona.

Roswell (SAD). Treća po visini građevina na svijetu, televizijski toranj visine 560 m, koji je bio dovršen prije šest tjedana, srušio se u aprilu 1966. pod djelovanjem vjetra upola slabijeg od onog na koji je projektiran (75 km/sat prema 160 km/sat). Toranj se prelomio na visini 125 m nad zemljom. Srećom nije pao na zgradu TV stanice tako da nema nastradalih. Uzrok zasada nije poznat.

Kingston (Jamaika). Do rušenja je došlo kad je kupoli promjera 46 m bilo postavljeno 15 od ukupno



Sl. 2: Kupola se srušila i ubila četiri radnika

24 predviđena čelična rešetkasta rebra (sl. 2). Poginula su 4 čovjeka. Rebra su, prema projektu, postavljana radijalno između vanjskog vučenog i centralnog tlačenog prstena. Projektant i izvođač su iz SAD. Uzrok rušenja se još pouzdano ne zna, ali se misli da je do nesreće dovelo prerano odstranjenje privremene skele na kojoj je počivao srednji tlačni prsten.

Dallas (SAD). Na robnoj kući čije je građenje dovršeno u 1960. srušila se u maju 1966. konzolna konstrukcija dužine 42 m, prouzročivši štetu od 50.000 dolara (sl. 3). Ljudskih žrtava nije bilo. Uzrok se još nezna. Srušene grede su bile istaka 3 m. One su na kraju nosile zid od lakog betona obložen pločama.

Maryland (SAD). Kod iskopa odvodnog kanala poginuo je jedan radnik kad se zemlja naglo urušila. Samo 3 sata prije nesreće upozorio je građevinski inspektor poduzetnika da razupre građevinsku jamu, ali ovaj to nije uradio.

Fargo (SAD). Kupola od drvenih lamela nad gimnastičkom dvoranom više škole, promjera 50 m, dovršena je u septembru 1965, srušila se u martu 1966. pod teretom snijega (čija je visina iznosila oko 25 cm) i vjetra brzine oko 75 km na sat. Kupola je imala vučeni i tlačeni prsten od čelika, 12 radijalnih rebara, 4 koncentrična prstena. Lamele 6,5×28 cm su sačinjavale trokutne ploče. Uzrok rušenja se još pouzdano ne zna, ali je nađeno da je zavarivanje tlačenog prstena na jednom mjestu bilo manjkavo, što je uz jednostrano opterećenje vjetrom i snijegom vjerojatno dovelo do sloma. Na kupoli je bilo i drugih izvedbenih grešaka. Tako su vijci kojima su lamele bile učvršćene na čeličnu konstrukciju mogli sigurno da preuzmu samo petinu od projektiranog opterećenja.

Sl. 3: Konzolne gredice od armiranog betona su popustile

Prema mišljenju uredništva ENR najmanje se mogu opravdati zarušavanja u iskopu. Da bi se izbjegle nesreće uslijed drugih uzroka potrebno je izvjesno stručno znanje, dok je za radove u iskopu svakom jasno da ih treba ili osigurati razupiranjem ili izvoditi s odgovarajućim kosinama. A u zadnje je vrijeme zavladala prava epidemija nesreća zbog nerazuprtih iskopa u kanalima. U većem dijelu SAD kazne za ovakve nesreće su, prema lokalnim zakonima, vrlo blage. Krivci se kažnjavaju za prekršaj zatvorom do 1 godine i globom do 500 dolara. Međutim, gdje su lokalnim pravilnicima predviđene zaštitne mjere propisane prema onima Državnog sekretarijata za rad i industriju ovakve se nesreće kvalificiraju kao zločin kažnjiv robijom do 5 godina i globom do 5000 dolara.

Uredništvo ENR predlaže da se poduzetnicima koji rizikirajući živote radnika žele da uštede nekoliko dolara za oplatu ne ustupaju više javni radovi.

B. P.

GRAĐENJE ALPSKOG NAFTOVODA KROZ KRŠ

(Engineering News-Record, New York, maj 1966)

Dionicu tzv. alpskog naftovoda koja prolazi kroz krš u blizini slovenačke granice izvodi jedno francusko građevinsko poduzeće (Capag). Čitav naftovod koji će voditi od Jadranskog mora kod Trska preko Austrije do Ingolstadta, oko 80 km sjeverno od Münchena, dug je 450 km, a dionica kroz krš je duga 40 km.

Za polaganje čelične cijevi promjera 1 m treba u kamenitom terenu iskopati jarak dubine 1,80 do 2,40 m, širok na dnu 1,3 do 1,50 m. Najprije se odstranjuje drveće i zemlja s pojasa širokog 25 m i buldozerom izravna gornji sloj terena. Zatim mineri buše na svakom metru trase po dvije rupe 2,40 m duboke na uzajamnom razmaku 1,20 m. Bila su potrebna tri tjedna pokusa i neuspjelih miniranja dok se pogodila prava dubina i udaljenost rupa, odgovarajući eksploziv (80% želatinski dinamit) i njegova količina (3,5 kg po metru trase), te tempiranje mina, da bi se stijena razdrobila toliko da se može grabiti mehaničkom povlačnom motikom, a da se pri tom bokovi ne zarušavaju (slika).

Radovi na iskopu jarka napreduju brzinom od 400 do 500 m na dan. Da bi uštedio troškove za dovoz pijeska potrebnog za podlogu ispod cijevi i njeno zasipanje jedna drobilica mrvi na licu mjesta iskopani materijal do finoće pijeska.

Do kratkih ali češćih zastoja dolazi zbog jedne neobične okolnosti. Trasa vodi kroz austrijsko-talijansko ratište iz prvog svjetskog rata. Teren je izbrazdan dubokim vojničkim šančevima i posut nerasprsnutim bombama i granatama. Zato zasebna ekipa (tvrtke Bocami iz Đenove) jačine 30 do 35 ljudi ide najmanje

Iskop jarka

400 m ispred ekipe građevinaca i pomoću elektromagnetskih detektora otkriva metalne predmete na trasi. Čisti se u 2 faze. Ispred buldozera se čisti teren plitko (na dubinu 1 m) ali na čitavom pojasu širine 25 m, a ispred garniture za bušenje na dubinu 2,40 m ali samo na širinu jarka. Do sada su nađene bombe do 250 mm promjera, ručne granate i netaknuti fišeci s mecima.

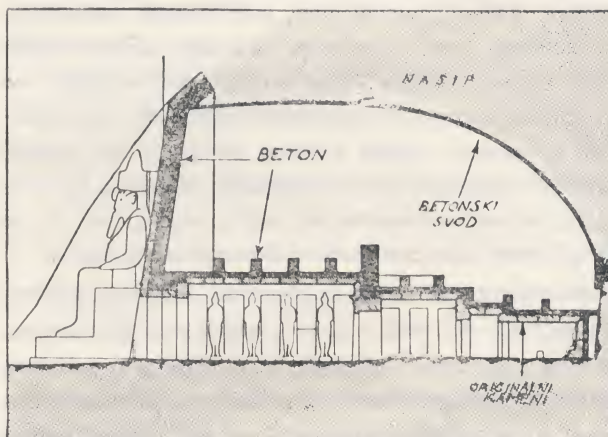
Usprkos tom zamornom čišćenju terena od eksploziva, koje se uostalom predvidalo projektom, radovi ne kasne.

B. P.

HRAMOVI ABU SIMBEL RAZREZANI NA 1200 KOMADA

(Engineering News-Record, New York, juni 1966)

Hramovi Abu Simbel razrezani su na 1200 komada i privremeno smješteni na otvorenom prostoru blizu



Sl. 1: Mrtvi teret nad hramom nosit će samostalna kupola od betona

Sl. 2: Stare lokacije hramova sada su samo velike rupe (1, 2). Hramovi će se ponovno podići na lokacijama 3 i 4.

novih lokacija, visoko iznad svojih starih položaja (sl. 2).

Nilske vode koje polako rastu iza Asuanske visoke brane doseći će uskoro razinu obrambenog bedema koji je štitio radove na isjecanju hramova (bedem se vidi na slici 2, dolje desno).

Dvorana Velikog hrama mjeri 36 × 44 m. Njene unutrašnje površine su bile izvajane reljefima i hijeroglifima. Da bi se oni sačuvali isječeni su pojedini blokovi težine 12 do 30 tona, koji se sada sastavljaju na čeličnoj skeli i povezuju betonom. Čelične šipke koje su na jednom kraju sintetičnom smolom već učvršćene u rupe na stražnjoj strani blokova, s drugim će krajem ulaziti u beton. Strop će biti prenapregnut da bi se izbjeglo slijeganje. Međutim, on neće nositi težinu mrtvog tereta nad hramom, već će se za tu svrhu izgraditi zaseban betonski svod (sl. 1).

Najhitniji dio posla je obavljen. Ponovno postavljanje hramova moglo bi se završiti za dvije godine. Zasada, međutim, još nisu osigurana sva potrebna sredstva (zaslugom Unescoa sakupljano je 29 mil. dolara, ali troškovi se cijene na 36 mil. dolara), pa se radovi mogu i otegnuti.

B. P.

AUSTRIJANCI ŠTEDE NA SKELI

(Engineering News-Record, New York, juni 1966)

Kod građenja vijadukta koji spaja jedan ekspresni put s cestovnom mrežom Beča, građevno poduzeće A. Porr A. G. ubrzalo je radove i postiglo velike uštede jednostavnim sredstvima: upotrebom prefabriciranih greda od betona, izbjegavanjem provizornih skela, te racionalnom izvedbom oplate.

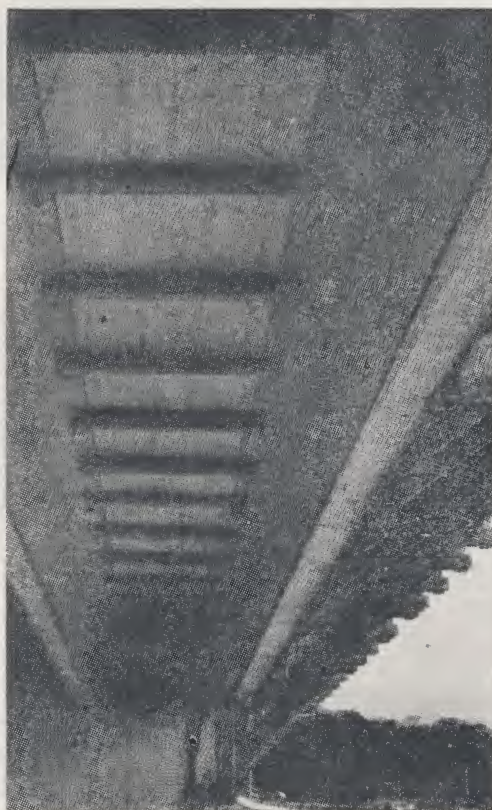
Cijeli objekt se sastoji od tri dijela: mosta preko rječice Wien ukupne dužine 255 m, zapadne sekcije vijadukta dužine 125 m i istočnoe, dužine 600 m. Istočna sekcija većim dijelom prolazi iznad jednog željezničkog usjeka, pa bi primjena konvencionalnih metoda za izradu betonske nosive konstrukcije bila skupa i teška.

Zato su kao glavni nosivi elementi upotrijebljene prefabricirane grede T presjeka, u svemu 144 kom. Dužine grede su 16,50 m ili 17,40 m (trasa je u luku). Ukupna visina greda T je 1,10 m, debljina rebra 20 cm, širina ploče 80 cm, debljina ploče 9 cm, ona se kasnije na licu mjesta nadobetonira na debljinu 20 cm. U ploči su desno i lijevo od rebra ostavljene, na razmaku od 1 m, vertikalne rupe promjera 25 mm.

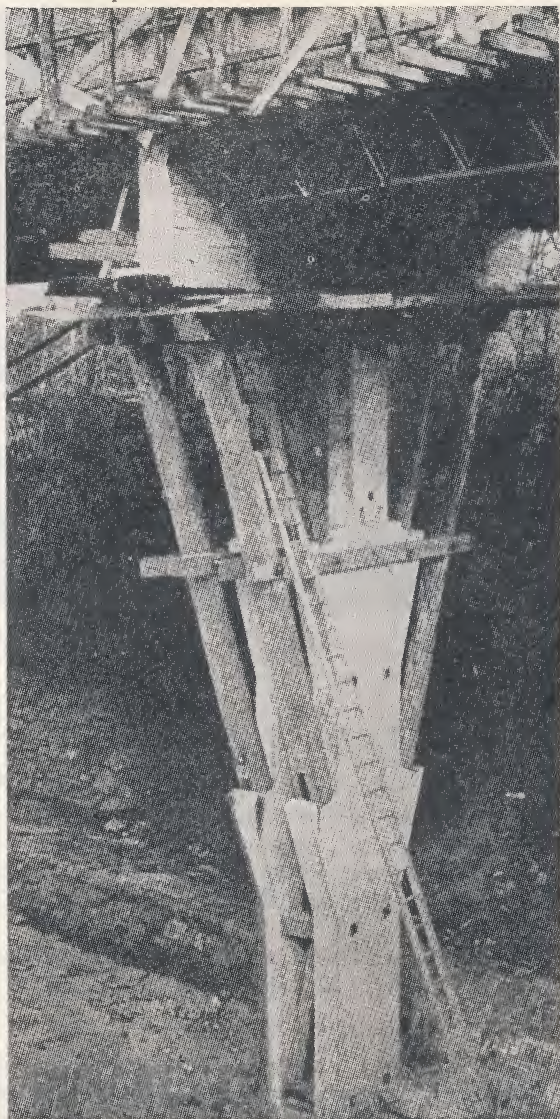
Grede T se postavljaju na tanke stupove betonirane na licu mjesta, na uzajamnu udaljenost od 1,75 m (u jedno polje idu 4 grede). One se nad stupovima čvrsto povezuju između sebe betonskim dijafragmama (sl. 1).

Oplata koja služi za betoniranje ploče između T greda, sastoji se od šperploče 5 m dugih, 90 cm širokih. Ploče leže na drvenim gredicama zavješenim na vijke provučene kroz rupe ostavljene u ploči T presjeka (sl. 2). Kad se dovrši betoniranje i beton stvrdne, oplata se skida jednostavno vađenjem vijaka. Izgubljene su samo matice i podložne pločice, koje ostaju u dobetoniranoj ploči.

Sl. 1: Prefabricirane T grede su postavljene i spojene betonskom dijafragmom nad stupom



Sl. 2: Drvene gredice nose oplatu od ukočenog drva



Sl. 3: Prefabricirani stupovi su okosnica potpora koje nose oplatu.

Zanimljiv je i način izvođenja srednjeg otvora mosta, raspona 86 m, koji je projektiran od prednapregnutog betona izrađenog na licu mjesta. Kroz srednji otvor teče rječica Wien i prema uslovima investitora taj otvor nije smio biti zakrčen, ni privremeno, skelama. Zato oplata leži na uzdužnim lakim čeličnim nosačima postavljenim na 4 provizorne potpore; svaka se potpora sastoji od dva vijcima spojena prefabricirana betonska stupa, prema gore proširena drvenim kosnicima (rukama) i završena betonskim blokom (sl. 3).

Ostali otvori mosta su izvan korita rijeke i izvedeni su u konvencionalnoj oplati.

B. P.

GRADIT ĆE SE BRANA NAD RASJELINOM SAN ANDREA

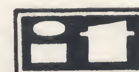
(Engineering News-Record, New York, juni 1966)

Poduzeće Bechtel iz San Francisca će projektirati i graditi u potresnom području oko 100 km sjeverno od Los Angelesa jednu malu branu koja će ležati direktno iznad pukotine San Andrea. Ona će zamijeniti postojeću branu, koja je još zdrava ali nije pouzdana.

Nova brana bit će 9 m visoka, 12 m u kruni široka i oko 800 m duga. Bokovi će biti blago nagnuti, a uzvodnu nepropusnu jezgru zaštićenu kamenim nasipom podupirat će zone čistog pijeska, šljunka i lomljenog kamena, koje su projektirane tako da se za slučaj potresa same konsolidiraju. Ako dođe do pokreta, one će spriječiti naglo istjecanje velikih količina vode. Zone ći biti dovoljno prostorne da dozvole pretpostavljene horizontalne i vertikalne pomake uslijed potresa.

B. P.

Iz Saveza građevnih inženjera i tehničara Hrvatske



20-godišnjica Arhitektonsko-projektnog zavoda »PLAN« Zagreb

Među značajne kolektive projektantske djelatnosti koji postoje i djeluju već pune dvije decenije od oslobođenja, spada i Arhitektonsko-projektni zavod »Plan« u Zagrebu. Prolazeći u periodu od 1946—1951—1966. razne organizacione promjene i izmjene naziva, ovaj Zavod danas po broju projektanata i do sada izvedenih radova spada među najveće projektne organizacije u Jugoslaviji.

Djelovanje stručnjaka Zavoda pretežno je bilo usmjereno na industrijske objekte, te je razvoj industrijske arhitekture u Jugoslaviji povezan s razvojem APZ »Plan«, počam od prvih projekata tvornica, koje su značile socijalističku industrijalizaciju zemlje: »Rade Končar«, »Tvornica parnih kotlova«, »Prvomajska« i »Jedinstvo« to su prva djela izvedena prema njihovim nacrtima, a slijede objekti »Đure Đakovića« u Slavonskom Brodu, »TUNT« u Sesvetskom Kraljevcu i drugi. 1951. godine Zavod radi na projektiranju objekata Željezare Sisak. Taj ogromni kombinat obilježava prve godine njegova rada, a ubrzo zatim čitav teritorij FNRJ postaje gradilište »PLANA« gdje se od Slovenske Bistrice i Maribora u Sloveniji, čitavim područjem Hrvatske, preko bosanskih gradilišta u Prijedoru, Banja Luci, Jajcu, Zenici, Ilijašu i Varešu do Kavadara

u Makedoniji i Ivangrada u Crnoj Gori izgrađuju objekti koje su projektirali projektanti Plana.

U kasnijem razdoblju svoga djelovanja »Plan« proširuje djelokrug rada. Stoga 1956. mijenja naziv u

Sl. 1: Čeličana Željezare Sisak. Arh. Đ. Kastl, konstr. dr K. Polz (Mašinoprojekt, Beograd)

»Plan — arhitektonski projektni zavod za industriju i ostale visokogradnje«. Od tada izrađuje elaborate i za objekte društvenog standarda, ugostiteljstva, zdravstva, fiskulture i drugih područja visokogradnje, među kojima neboder u Ilici, rekonstrukciju hotela Esplanade, zatvoreno plivalište »Mladost« i mnoge druge.

Od objekata društvenog standarda, koji su nikli u APZ Planu spominjemo: hotele »Argentina«, »Terminus« u Dubrovniku, »International« u Zagrebu, Studentski centar u Zagrebu, Stadion s bazenom na Šalati u Zagrebu, kupališta i bazeni u Bregani i Zelini, zatvoreno kupalište i bazen »Mladost« u Zagrebu, Žičara na Sljemenu, kino »Studentski centar« u Zagrebu, zdravstveni objekti u Zagrebu, Sisku, Šibeniku, Puli, Rabu i dr., veliki broj poslovnih objekata i upravnih zgrada, te veliki broj stambenih objekata u cijeloj zemlji.

Sl. 2: Silos za šećer — Županja. Arh. I. Bertol, konstr. dr K. Polz

Za svoj rad APZ »Plan« odlikovan je 1963. privrednom nagradom grada Zagreba. M. J.

PREGLED SEMINARA IZ OBLASTI GRAĐEVINARSTVA

koje organizira Društvo građevnih inženjera i tehničara Zagreb, tokom zime 1966/67.

U cilju blagovremenog upoznavanja članstva SGITH i privrednih organizacija u oblasti građevinarstva o rasporedu i trajanju stručnih seminara tokom zime 1966/67. objavljujemo ovaj pregled, kako bi se kadrovske službe u poduzećima i pojedinci mogli na vrijeme opredjeliti za odgovarajući seminar.

Prijave za seminar primaju se najkasnije 10 dana prije njegovog početka, uz obaveznu prethodnu uplatu troškova na tek. rač. SDK Zagreb br. 3071-8-40.

Br.	Naziv tematike seminara	Vrijeme održavanja	Rukovodilac seminara	Broj polaznika	Troškovi N. Din.
1.	Organizacija i mehanizacija građenja u visokogradnji	9—21. I 1967.	M. Jančiković	30	500.—
2.	Organizacija i mehanizacija građenja u niskogradnji	23. I—4. II 1967.	M. Jančiković	30	500.—
3	Cement i beton I II	9—21. I 1967. 23. I—4. II 1967.	Ing. Lj. Sarić	2 × 50	500.—
4.	Završni radovi u građevinarstvu	23. I—28. I 1967.	Ing. D. Kovačec	50	300.—
5.	Prednapregnuti beton	6. II—11. II 1967.	Ing. Vl. Kos	30	300.—
6.	Građevna fizika	13. II—18. II 1967.	Ing. A. Hikec	30	300.—
7.	Asfaltni zastori na cestama	5—17. XII 1966.	Ing. Lj. Sarić	50	500.—
8.	Praktična geomehanika	6. III—18. III 1967.	Ing. I. Kleiner	25	500.—

M. J.

Dopis uredništvu

U br. 6 god. XVII Građevinara (1965) je na str. 193 do 209 objavljen **članak dr Dušana Milovića,** Beograd, o »graničnom naprezanju temeljnog tla pri vertikalnom i kosom opterećenju« koji je autor predložio na diskusiju Savjetovanju Jugoslavenskog društva za mehaniku tla i fundiranje u Portorožu (mart 1966). Na tom savjetovanju sam izrazio na članak ove primjedbe:

1. U članku je autor usporedio rezultate pet probnih opterećenja koje je sam obavio na koherentnom tlu, s računskim vrednostima graničnog naprezanja pri slomu dobijenim po različitim obrascima, koje navodi. Za opit IV navodi parametre smicanja $c = 0{,}3$ t/m^2 i $\varphi = 35^0$ kod zapreminske težine $\gamma = 1{,}85$ t/m^3, a za opite VI do IX $c = 1$ do 1,8 t/m^2 i $\varphi =$ 20 do 25^0 kod $\gamma = 1{,}74$ do 1,80 t/m^3. Druge podatke o tlu ne daje. »Probna opterećenja obavljena su sa stepenicama $\triangle \sigma = 0{,}50$ kg/cm^2 kod koherentnih materijala. Opterećenje se nije povećavalo sve dok nije obavljena konsolidacija pod prethodnom stepenicom opterećenja. Mada je iz dijagrama utvrđeno da je konsolidacija bila postignuta, opterećenje se nije povećavalo prije 24 časa«.

Poželjno bi bilo da bi autor objavio krive konsolidacije i analizirao tok konsolidacije odvajajući distorzione i volumenske deformacije. Za zasićene glinaste materijale propusnosti oko 10^{-8} cm/sec se volumenska konsolidacija pod pločom 100/100 cm^2 ne može zaključiti za 24 časa, a očekivali bi da se distorziono puzanje kod većeg angažiranja čvrstoće također nastavlja poslije 24 časa. Ako se u navedene obrasce uvode parametri otpora za smicanje c' i φ' koji se odnose na efektivne napone, mogu se rezultati usporediti samo s rezultatima probnog opterećenja izvršenog toliko sporo da u stadiju prijeloma u tlu ne nastupaju porni pritisci. Svakako bi bilo u zaključcima poželjno upozorenje da treba obično kod primjene obrazaca za koherentno tlo uvesti parametre c i φ koji se odnose na totalne napone nedreniranih uzoraka.

2. Navedeni obrasci važe za beskrajne krute temeljne trake, izuzev obrazac Brinch Hansena u kojem je uveden i faktor oblika, i obrazac Terzaghija u proširenom obliku koji se spominje, ali ne navodi. Iz uspoređenja računskih vrednosti dobijenih za beskrajne temeljne trake, s rezultatima probnog opterećenja na pločama pravougaonog odn. kvadratnog oblika ne možemo zaključivati na primenljivost obrazaca za dozvoljeno opterećenje temelja različitih oblika.

3. Faktor sigurnosti u članku nije definiran. Izgleda da autor usvaja faktor sigurnosti kao kvocijent graničnog i dozvoljenog opterećenja. Mišljenja sam da treba faktor sigurnosti barem parcijalno izraziti kao odnos raspoloživih i mobilisanih vrednosti otpornosti za smicanje.

Pošto dr Milović radi bolesti nije mogao prisustvovati savetovanju u Portorožu, molim da mu redakcija omogući odgovor na stavljene primjedbe u časopisu »Građevinar«.

Prof. Lujo Šuklje, Ljubljana

Napomena. Redakcija objavljuje ovaj dopis sa zakašnjenjem jer je čekala odgovor dr Milovića, koji, međutim, nije do sada primljen.

Obavijest

KONGRES SAVEZA JUGOSLAVENSKIH LABORATORIJA ZA ISPITIVANJE I ISTRAŽIVANJE MATERIJALA I KONSTRUKCIJA

Kongres će se održati u Sarajevu s ovim programom:

— 8. i 9. XI — Simpozij o primjeni suvremenih dostignuća u našem građevinarstvu u oblasti materijala i konstrukcija

— 10. XI — Godišnja skupština Saveza.

Kongres se održava pod pokroviteljstvom predsjednika Saveznog savjeta za koordinaciju naučnih istraživanja druga Avda Huma i uz podršku Saveznog sekretarijata za industriju i trgovinu.

Referati na simpoziju prikazat će našoj javnosti dostignuća naših istraživačkih organizacija u proteklom periodu od prošlog simpozija i doprinijeti rasvijetljavanju aktuelne problematike.

Tematika simpozija je ova:

I. Istraživanje materijala i konstrukcija s aspekta suvremenog saznanja,

II. Građevinski materijali: proizvodnja i primjena,

III. Nove ili usavršene građevinske konstrukcije (inkluzive istraživanja u području antiseizmičkih konstrukcija),

IV. Tehnička regulativa u građevinarstvu s gledišta suvremenih potreba.

V. S.

Ispravak

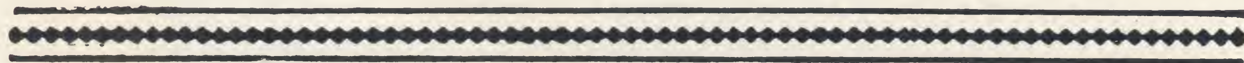
U člancima Ing. Mateja Meštrić, Analiza proračuna šipa opterećenog horizontalnom silom pri vrhu, potrebno je unijeti ove naknadne ispravke:

Br. 9/1965.

Strana	Red	Napisano	Treba biti napisano
334	2 odozgo lijevo	$P_p - P_a = \gamma \cdot h \cdot tg^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right) - tg^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)$	$p_p - p_a = \gamma \cdot h \cdot \left[tg^2\left(45 + \frac{\varphi}{2}\right) - - tg^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)\right]$
235	10 odozgo desno	$\frac{h}{d} = \frac{240}{30} = 8{\cdot}00 \quad 10{\cdot}00$	$\frac{h}{d} = \frac{240}{30} = 8{\cdot}00 < 10{\cdot}00$
236	2 odozgo lijevo	$y \cdot m = \sqrt{\frac{2 \cdot 0{\cdot}50}{5{\cdot}40 \cdot 0{\cdot}30}} = 0{\cdot}785\ m$	$Y_m = \sqrt{\frac{2 \cdot 0{\cdot}50}{5{\cdot}40 \cdot 0{\cdot}30}} = 0{\cdot}785\ m$
237	4 odozgo lijevo	$Q_x = Q_o + \int_0^x p \cdot d_x$	$Q_x = Q_o + \int_0^x p \cdot dx$
237	16 odozgo lijevo	$k \cdot y_o = \frac{24}{h} \cdot \left(M_o + \frac{3}{4} Q_o \cdot h\right)$	$k \cdot y_o = \frac{24}{h^2} : \left(M_o + \frac{3}{4} Q_o \cdot h\right)$
237	24 odozgo lijevo	$c_h = 3$ kg/cm	$C_h = 3$ kg/cm^3
237	8 odozgo desno	900 t/m	900 t/m^2
237	10 odozgo desno	1·87 t/m	1·87 t/m^2
237	17 odozgo desno	Umjesto	Mjesto

Br. 12/1965

Strana	Red	Napisano	Treba biti napisano
476	1 odozdo desno	$r + 4 = 0$	$r^4 + 4 = 0$
477	2 odozgo desno	$y = \left(y_o + \frac{\varphi_o}{2 \cdot \alpha} - \frac{\overline{Q}}{4 \cdot \alpha^3}\right) \cdot \frac{\cos \alpha x \cdot e^{\alpha x}}{2} + \left(\frac{\varphi_o}{2} + \frac{\overline{M}_o}{2 \cdot \alpha^2} + \frac{\overline{Q}_o}{4 \cdot \alpha^3}\right) \cdot \frac{\sin \alpha x \cdot e^{\alpha x}}{2} + \left(y_o - \frac{\varphi_o}{2 \cdot \alpha} + \frac{\overline{Q}_o}{4 \cdot \alpha^3}\right) \cdot \frac{\cos \alpha x \cdot e^{-\alpha x}}{2} + \left(\frac{\varphi_o}{2} - \frac{\overline{M}_o}{2} + \frac{\overline{Q}_o}{4 \cdot \alpha^3}\right) \cdot \frac{\sin \alpha x \cdot e^{-\alpha x}}{2}$	$y = \left(y_o + \frac{\varphi_o}{2 \cdot \alpha} - \frac{\overline{Q}_o}{4 \cdot \alpha^3}\right) \cdot \frac{\cos \alpha x \cdot e^{\alpha x}}{2} + \left(\frac{\varphi_o}{2 \cdot \alpha} + \frac{\overline{M}_o}{2 \cdot \alpha^2} + \frac{\overline{Q}_o}{4 \cdot \alpha^3}\right) \cdot \frac{\sin \alpha x \cdot e^{\alpha x}}{2} + \left(y_o - \frac{\varphi_o}{2 \cdot \alpha} + \frac{\overline{Q}_o}{4 \cdot \alpha^3}\right) \cdot \frac{\cos \alpha x \cdot e^{-\alpha x}}{2} + \left(\frac{\varphi_o}{2 \cdot \alpha} - \frac{\overline{M}_o}{2 \cdot \alpha^2} + \frac{\overline{Q}_o}{4 \cdot \alpha^3}\right) \cdot \frac{\sin \alpha x \cdot e^{-\alpha x}}{2}$
479	2 odozgo lijevo	$\frac{d^2p}{dx^2} = p''$	$\frac{d^2p}{dx_1^2} = p''$
479	10 odozdo lijevo	$-Q_o \cdot \alpha \cdot t - (M_o \cdot \alpha + Q) = O$	$-Q_o \cdot \alpha \cdot t - (M_o \cdot \alpha + Q_o) = O$
479	11 odozgo desno	$15000 \cdot 0{\cdot}20$	$15000 \cdot 0{\cdot}30$
480	1 odozgo lijevo	$\varphi_t = - \frac{3{\cdot}97}{2 \cdot 514}$	$\varphi_t = + \frac{3{\cdot}97}{2 \cdot 514}$
480	4 odozgo desno	$2{\cdot}30 - 8{\cdot}60 \cdot \times_1^2 + 3{\cdot}44 \cdot \times_1^3 = O$	$2{\cdot}90 - 8{\cdot}60 \cdot \times_1^2 + 3{\cdot}44 \cdot \times_1^3 = O$



»VULKAN« GRADJEVINSKE DIZALICE

KONZOLNA DIZALICA EDKD–0,3/0,5

Univerzalni tip dizalice nosivosti 300 i 500 kg

Jednostavna i solidna izvedba. Vrlo prikladno sredstvo za transport i dizanje

Dizalica se sastoji iz dva osnovna elementa:

— Okretna konzola nosivosti 500 kg OKB-0,5
— Elektro teretno vitlo vučne sile 300 kg ETB-0,3

Postavljanje dizalice je lako i brzo. Montira se na drveni, željezni ili armirano-betonski stup promjera 200 mm sa obujmicama koje omogućuju zaokretanje konzole za 200°

Na posebni zahtjev isporučujemo i konzole sa specijalnim obujmicama za pričvršćenje na četvrtaste stupove i na zidove

Dizalica se isporučuje sa kukom za dizanje tereta do 300 kg i sa koloturnikom i kukom za teret do 500 kg. U slučaju rada sa koloturnikom i kukom, brzina dizanja se smanjuje na polovinu, što omogućava dizanje većeg tereta

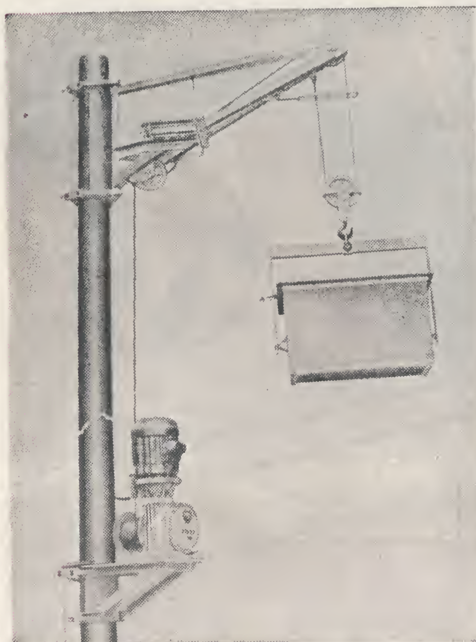
Stalak za elektroteretno vitlo je poseban dio koji omogućava pričvršćenje vitla na okrugli stup promjera 240 mm

Isporučujemo i posebne stalke koji omogućavaju postvaljanje vitla pri zemlji, na taj način se izbjegava prenašanje vitla zajedno sa konzolom na vrh objekta.

Na konzolu je postavljena krajnja sklopka koja automatski isključuje pogon kada kuka dođe u gornji položaj, na taj način izbjegava se mogućnost oštećenja dizalice i postizava sigurnost u radu

Karakteristike

Nosivost pomoću koloturnika sa kukom	500 kg
Brzina dizanja (srednja)	16 m/min
Nosivost pomoću utega sa kukom	300 kg
Brzina dizanja (srednja)	32 m/min
Visina dizanja	20 m



ELEKTRO TERETNO VITLO ETB-0,3

Kao poseban i nezavisan element može se upotrebiti sa konzolom ili bez nje za vučenje tereta, izvlačenje tereta na kosinama, otvaranje teških vrata i zasuna, za jednostavne teretne liftove itd.

Vitlo je potpuno zatvorene konstrukcije, te je sposobno za rad na otvorenom prostoru

Upravljanje vitlom obavija se preko dvosmjernog prekidača

Karakteristike

Vučna sila	300 kg
Brzina namatanja užeta (srednja)	32 m/min
Broj okretaja bubnja	57 o/min

Elektro motor »Elektrokovina« — Maribor, tip T 112 SA NŽI, snage 2,2 kW, 1430 o/min, 380 V, 50 Hz, sa ugrađenom elektromagnetskom kočnicom, tip H82B